



PROYECTO FIN DE MÁSTER

Año Académico 2009-2010

Proyecto Fin de Máster en Sistemas Inteligentes

Editor para dispositivos móviles de videojuegos educativos

Autor: Víctor Adaíl Ferrer

Directores: Dr. Baltasar Fernández Manjón
Prof. Iván Martínez-Ortiz

Madrid, Septiembre 2010

Máster de investigación en informática
Facultad de informática
Universidad Complutense de Madrid

Autorización

El abajo firmante, matriculado en el Máster en Investigación en Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: *“Editor para dispositivos móviles de videojuegos educativos”*, realizado durante el curso académico 2009-2010 bajo la dirección de Dr. Baltasar Fernández Manjón y Prof. Iván Martínez-Ortiz en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Víctor Adaíl Ferrer
Madrid, 1 de septiembre de 2010

Agradecimientos

En la realización de cualquier trabajo de investigación no sólo queda reflejado el trabajo de la persona firmante sino el de muchas otras sin cuya presencia y esfuerzo ese trabajo nunca hubiera salido a la luz. En este caso, al tratarse de un trabajo realizado a tiempo parcial y compatibilizado con mi carrera profesional en la empresa, el trabajo de estas personas es aún mucho más importante.

En primer lugar destacar el apoyo del Dr. Baltasar Fernández Manjón, que me dio la oportunidad de escribir este trabajo y me abrió los ojos ante el mundo de la investigación. Su dirección, interés y sobre todo su comprensión a la hora de entender el esfuerzo de compatibilizar una carrera académica y otra profesional, en el mundo de la empresa, ha sido decisivo para que este trabajo no fuera abandonado ante el gran esfuerzo que supone compatibilizar ambas actividades.

Así mismo tengo que dar un agradecimiento muy especial a Eugenio J. Marchiori y a Javier Torrente. Su dedicación, aportaciones y consejo, sobre todo en el proceso de búsqueda de información, han hecho que finalmente este trabajo haya llegado a buen puerto y sobre todo, sea legible a los ojos del resto del mundo.

Por último, pero no por eso menos importante, el agradecer a todos los que me quieren, mi familia, mi novia Bárbara, su madre y a mis amigos, que han apoyado mi decisión de continuar mi formación académica al mismo tiempo que continuo con mi carrera profesional en la empresa y por aguantar lo mejor posible mi ausencia y falta de disponibilidad durante los últimos meses.

Abstract

The thesis presents the creation of a system to develop educational video games. This video game editor is built for *Android* mobile devices like *smartphones* and *tablet PC's*. Video games developed by this editor, run on personal computers, Web educational platforms like *Moodle™*, *Blackboard™* or *Sakai™*, and even on mobile devices.

The mobile devices are use as a content creation tools, although they are not designed for it. Its main purpose is to consume and distribute content. However, using mobile devices for content creation, allows it do in a dynamic, anywhere and anytime context. In addition, the functionality available on mobile devices, make possible enrich the content that we create, besides accelerate the creation and distribution process.

The *Android* video games editor, allow create graphic adventure, photo-realistic games without programming. Which this editor, teachers will develop their own video games to transmit knowledge. It breaks the economic and intellectual barriers that appear when develop a video game, besides create a new form of create educational content.

Keywords: Content creation, educational videogames, videogame editor, videogame creator, mobile devices, human computer interaction, <e-Adventure>, Android.

Resumen

Este trabajo describe la creación de un sistema para construir y editar videojuegos educativos. La novedad de este editor de videojuegos es que está desarrollado para ser ejecutado en dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablet PC's* que tengan el sistema operativo *Android*. Los videojuegos que se desarrollen mediante este sistema, podrán ser ejecutados desde ordenadores personales, desde la web, mediante plataformas educativas como *Moodle™*, *Blackboard™* or *Sakai™*, e incluso desde terminales móviles.

Los dispositivos móviles se utilizan como herramientas de creación de contenido, aún cuando no es algo para lo que fueron concebidos, ya que su objetivo es consumir y distribuir contenido. Sin embargo, el utilizar los dispositivos móviles para la creación de contenido, nos permite hacerlo de una forma dinámica, en cualquier lugar y en cualquier momento. Las funcionalidades que disponen los dispositivos móviles, ofrecen la posibilidad de enriquecer el contenido creado, además de acelerar su proceso de creación y distribución.

El editor de videojuegos para *Android*, permite crear videojuegos de tipo aventura gráfica foto-realistas, sin la necesidad de tener conocimientos de programación. El objetivo de esto es que, los mismos profesores desarrollen videojuegos con los que poder transmitir conocimientos a sus alumnos. De esta manera se rompe con las barreras económicas e intelectuales que aparecen a la hora de crear un videojuego, además de crear una nueva forma de crear contenido educativo.

Palabras claves: Creación de contenido, videojuegos educativos, editor de videojuegos, creación de videojuegos, dispositivos móviles, interacción persona-ordenador, <e-Adventure>, Android.

Índice de contenidos

AUTORIZACIÓN	3
AGRADECIMIENTOS	5
ABSTRACT	7
RESUMEN	9
ÍNDICE DE CONTENIDOS	11
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	13
ÍNDICE DE TABLAS	14
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. MOTIVACIÓN	16
1.2. TECNOLOGÍAS MÓVILES	17
1.3. DISPOSITIVOS MÓVILES	18
1.4. VIDEOJUEGOS Y EDUCACIÓN.....	19
1.5. CONTENIDOS PARA DISPOSITIVOS MÓVILES.....	20
1.6. OBJETIVOS.....	20
1.7. ESTRUCTURA.....	21
2. TECNOLOGÍAS MÓVILES PARA LA EDUCACIÓN	24
2.1. INTRODUCCIÓN.....	24
2.2. VENTAJAS.....	24
2.3. DESVENTAJAS.....	25
2.3.1. Barreras sociales	26
2.3.2. Barreras pedagógicas.....	26
2.3.3. Barreras tecnológicas.....	27
2.4. CONCLUSIONES.....	28
3. PLATAFORMAS DE DESARROLLO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES	30
3.1. INTRODUCCIÓN.....	30
3.1. ANDROID	32
3.2. IOS	33
3.3. RIM OS.....	33
3.4. SYMBIAN OS.....	34
3.5. WINDOWS PHONE	34
3.6. CONCLUSIONES.....	34
4. VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS	38
4.1. INTRODUCCIÓN.....	38
4.2. VENTAJAS.....	39
4.3. DESVENTAJAS.....	41
4.3.1. Barreras sociales	41
4.3.2. Barreras económicas.....	42
4.4. EJEMPLOS REPRESENTATIVOS	43
4.4.1. Spore	43
4.4.2. Brain Training.....	43
4.4.3. PlayEnglish	44

4.5.	CONCLUSIONES.....	44
5.	EDITORES DE VIDEOJUEGOS	48
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	48
5.2.	GAME MAKER.....	48
5.3.	RPG MAKER.....	49
5.4.	FPS CREATOR	50
5.5.	<E-ADVENTURE>	51
6.	CONTENIDOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES.....	54
6.1.	INTRODUCCIÓN.....	54
6.2.	CREACIÓN DE CONTENIDOS	54
6.3.	ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS	56
6.4.	COMPARTICIÓN DE CONTENIDOS.....	59
6.4.1.	<i>Bluetooth</i>	59
6.4.1.	<i>Wi-Fi</i>	59
6.4.1.	<i>GPRS, UMTS, HSPA y LTE</i>	60
6.5.	CONCLUSIONES.....	60
7.	EDITOR <E-ADVENTURE> PARA ANDROID	64
7.1.	INTRODUCCIÓN.....	64
7.2.	INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR (HCI)	64
7.2.1.	<i>Interacción con dispositivos móviles</i>	69
7.3.	TÉCNICAS DE ADAPTACIÓN UTILIZADAS	72
7.3.1.	<i>Estructura y limitación de la profundidad de ventanas</i>	72
7.3.2.	<i>Menús de pantalla</i>	77
7.3.3.	<i>Menús contextuales</i>	78
7.3.4.	<i>Anticipación al usuario</i>	80
7.3.5.	<i>Adaptación al entorno</i>	82
7.3.6.	<i>Rotación del dispositivo</i>	84
7.3.7.	<i>Hilos en la aplicación</i>	85
7.3.8.	<i>Métodos de entrada</i>	88
7.3.9.	<i>Gestión de recursos</i>	89
7.3.10.	<i>Integración de la aplicación</i>	91
7.3.11.	<i>Pruebas informales de usuario</i>	92
7.4.	CONCLUSIONES.....	93
8.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	96
8.1.	CONCLUSIONES.....	96
8.2.	POSIBILIDADES ABIERTAS Y TRABAJOS FUTUROS	97
9.	REFERENCIAS	100

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS PLATAFORMAS PARA <i>SMARTPHONES</i> . MAYO 2010 (AdMob)	31
ILUSTRACIÓN 2: EVOLUCIÓN DE LAS PLATAFORMAS PARA <i>SMARTPHONES</i> . MAYO 2010 (AdMob).....	31
ILUSTRACIÓN 3: DISTRIBUCIÓN DE LOS FABRICANTES DE <i>SMARTPHONES</i> . MAYO 2010 (AdMob)	32
ILUSTRACIÓN 4: PRINCIPALES MOTIVOS DE JUEGO CON VIDEOJUEGOS.	41
ILUSTRACIÓN 5: EDITOR DE GAME MAKER AL CREAR UN VIDEOJUEGO 2D	49
ILUSTRACIÓN 6: EDITOR DE ACTION GAME MAKER AL CREAR EL DIAGRAMA DE FLUJO DEL VIDEOJUEGO	50
ILUSTRACIÓN 7: ACTION GAME MAKER AL CREAR UN MUNDO VIRTUAL 3D	51
ILUSTRACIÓN 8: EDITOR DE <E-ADVENTURE> AL CREAR UNA ESCENA DEL VIDEOJUEGO DE PROTOCOLO DE INCENDIOS	52
ILUSTRACIÓN 9: PROYECTO CAPUCHIN	57
ILUSTRACIÓN 10: MÓDULO DE ADAPTACIÓN.....	58
ILUSTRACIÓN 11: ESTRUCTURA DE NIVELES DE VENTANAS DEL EDITOR DE VIDEOJUEGOS	73
ILUSTRACIÓN 12: ESCENAS DEL VIDEOJUEGO DEL PROTOCOLO DE INCENDIOS	74
ILUSTRACIÓN 13: ESCENA DEL RELLANO DEL VIDEOJUEGO DEL PROTOCOLO DE INCENDIOS.....	75
ILUSTRACIÓN 14: SALIDA SIN ESCENA ASIGNADA.....	75
ILUSTRACIÓN 15: ELEMENTO DE ESCENA. RECORTAR FONDO DE LA ESCENA	76
ILUSTRACIÓN 16: MENÚ DE LAS ESCENAS DEL VIDEOJUEGO DEL PROTOCOLO DE INCENDIOS.....	77
ILUSTRACIÓN 17: SUBMENÚ DE OPCIONES. SELECCIÓN DE ORIGEN DEL FONDO DE LA ESCENA	78
ILUSTRACIÓN 18: SELECCIÓN DE OBJETO EN UNA ESCENA DEL VIDEOJUEGO	79
ILUSTRACIÓN 19: MENÚ CONTEXTUAL AL PULSAR LA OPCIÓN DE SALIDAS DE ESCENA	80
ILUSTRACIÓN 20: ANTICIPACIÓN DE LA OPCIÓN DE GUARDAR VIDEOJUEGO ANTES DE SALIR DEL JUEGO	81
ILUSTRACIÓN 21: ANTICIPACIÓN DE LA ACCIÓN DE RECORTAR EL FONDO DESPUÉS DE HABERLO SELECCIONADO	82
ILUSTRACIÓN 22: CÁMARA SIN ADAPTACIÓN.....	83
ILUSTRACIÓN 23: CÁMARA CON ADAPTACIÓN	83
ILUSTRACIÓN 24: INCLINACIÓN HORIZONTAL DEL MENÚ DE VIDEOJUEGOS.....	84
ILUSTRACIÓN 25: INCLINACIÓN VERTICAL DEL MENÚ DE VIDEOJUEGOS	85
ILUSTRACIÓN 26: HILOS SIN ESPERA	86
ILUSTRACIÓN 27: DIÁLOGO DE PROGRESO INDETERMINADO	87
ILUSTRACIÓN 28: DIÁLOGO DE PROGRESO DETERMINADO	87
ILUSTRACIÓN 29: BOLA DE NAVEGACIÓN ÓPTICA	89
ILUSTRACIÓN 30: BOLA DE NAVEGACIÓN ANALÓGICA	89
ILUSTRACIÓN 31: MENÚ DE VIDEOJUEGOS	91
ILUSTRACIÓN 32: PRUEBAS DE USUARIO CON LAS SALIDAS DE ESCENA	92

Índice de tablas

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS PLATAFORMAS MÓVILES.....	30
TABLA 2: TIPO DE VIDEOJUEGOS.....	38

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo nos introduce en los contenidos de la tesis. Incluye las razones por las que este trabajo es importante y sus principales objetivos.

1. Introducción

1.1. Motivación

En estos últimos años gran parte del interés, tanto del sector académico como del comercial, se está moviendo hacia la distribución de contenidos sobre dispositivos móviles¹, motivado por las posibilidades que ofrecen estos terminales (Lavín, 2008). Las nuevas características de los modernos terminales abren diferentes posibilidades para el aprendizaje a través de estos dispositivos, sin embargo el uso de los dispositivos móviles como herramienta de creación de contenido educativo es algo poco habitual.

La utilización de esta nueva tecnología no constituye, por sí mismo, una motivación suficiente para atraer al usuario a participar voluntariamente en la experiencia educativa. Los videojuegos pueden dar ese carácter motivador para que los usuarios utilicen los dispositivos móviles para aprender puesto que poseen características muy apropiadas para la mejora de la educación. Su dinamismo, la posibilidad de poder asumir roles, y realizar experimentos en mundos virtuales, los convierten en una solución apropiada para la educación. La importancia y aceptación de los videojuegos, como complemento de la educación tradicional ha crecido en estos últimos años (Van Eck, 2006).

Sin embargo, el coste de desarrollo de videojuegos, supera en varias órdenes de magnitud los presupuestos dedicados para la educación. Además de que profesores, educadores, o instructores carecen de los conocimientos necesarios para crear un videojuego educativo desde cero. Por estos y otros motivos, se ha investigado en la creación de editores que nos ayuden en la creación de videojuegos y disminuyan los costes de desarrollo (P. Moreno-Ger, et al., 2005). Herramientas como la plataforma <e-Adventure>, proporciona características diferentes que la hacen especialmente idónea para la educación. Las características más interesantes que ofrece son sus mecanismos de evaluación y la integración con sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) (Del Blanco, et al., 2009).

Se han realizado numerosos estudios para adaptar contenido digital, como los videojuegos, a los dispositivos móviles (Lavín, 2008). Sin embargo, el hecho de utilizar

¹ A lo largo de este trabajo se hace referencia al término dispositivos móviles, del cual sólo se consideran teléfonos móviles tipo *smartphone* (p.ej. iPhone, Nexus One, etc.) y *tablet PC's* (p.ej. iPad, Galaxy Tab, etc.)

dispositivos móviles como herramientas de creación de contenido, es algo para lo que aún no están concebidos. Un número limitado de artículos de investigación, mencionan la posibilidad de crear contenidos desde los mismos dispositivos móviles (Maunder et al., 2007). Sin embargo, el utilizar los dispositivos móviles para la creación de contenido, nos permite hacerlo de una forma dinámica, en cualquier lugar y en cualquier momento. Además los sensores que disponen los dispositivos móviles de hoy en día (cámara de fotos, cámara de video, grabadora de sonidos, posicionamiento terrestre, etc) ofrecen la posibilidad de enriquecer el contenido creado, además de acelerar su proceso de creación y distribución.

Del análisis anterior surge la principal motivación del proyecto: desarrollar un editor de videojuegos capaz de aprovechar las características que nos ofrecen los dispositivos móviles, con el objetivo de acelerar, facilitar y reducir costes en el proceso de creación de contenido educativo.

1.2. Tecnologías móviles

En los últimos años el gran progreso a nivel tecnológico que se ha observado en el campo de la tecnología móvil, ha dado como resultado nuevos dispositivos de alta capacidad de computación en relación a su reducido tamaño además de dotarles de acceso a Internet. Estos dispositivos ya no sólo incorporan de serie características de telefonía (en el caso de los teléfonos móviles) o de organizador personal (PDA's) sino que agregan nuevas características como la incorporación de cámaras de fotos digitales (cuya calidad de imagen se va acercando poco a poco a las de los dispositivos dedicados), receptores de señal de posicionamiento por satélite GPS (Sistema de Posicionamiento Global), receptores de radio o reproductores de video y audio (Lavin, 2008).

La proliferación de los dispositivos móviles, la evolución de las redes inalámbricas y la demanda de dar a la educación un perfil móvil para ampliar las propuestas de la enseñanza y el aprendizaje, han despertado un importante interés en las tecnologías móviles. El campo de estudio que intenta aprovechar las características de las tecnologías móviles para la educación es conocido por mobile learning (m-learning). De hecho el m-learning se ha convertido en la extensión del e-learning más interesante a desarrollar (Leung et al., 2003). M-learning es la adquisición de conocimiento y capacidades mediante la tecnología móvil, en cualquier lugar y en cualquier momento (Geddes, 2004).

Las características de la tecnología móvil ofrecen la capacidad de aprender en cualquier momento, en cualquier lugar, con una gran capacidad de búsqueda de

información actualizada, y con una alta interacción. En este trabajo, se estudiarán todas estas características, con el objetivo de fundamentar las ventajas que ofrece la creación de contenido mediante los dispositivos móviles.

A continuación se detallarán los dispositivos móviles a los que se hace referencia a lo largo del trabajo.

1.3. Dispositivos móviles

Existen diferentes tipos de dispositivos móviles. Teléfonos móviles, *smartphones*, *tablet PC's*, y hasta ordenadores portátiles, están englobados en este término. Sin embargo, en este trabajo sólo se considerarán el grupo de los dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablet PC's*.

Los *smartphones* están considerados como teléfonos móviles con características similares a las de un ordenador personal. Entre estas características destaca la posibilidad de instalar nuevas aplicaciones que aumenten la funcionalidad del teléfono. Actualmente la mayoría de los *smartphones* tienen pantalla táctil, conexión a Internet, cámara de fotos y teclado de tipo QWERTY².

Los *tablet PC's* son ordenadores portátiles que disponen de una pantalla táctil para interactuar con ellos. Se puede utilizar una pluma *stylus* e incluso únicamente el dedo. Mediante estos dispositivos se busca una mayor movilidad que la que ofrecen los ordenadores portátiles. Dentro de la familia de los *tablet PC's* existen diferentes tipos:

- **Folleto:** cuentan con dos pantallas, normalmente táctiles y con reconocimiento de caracteres.
- **Pizarra:** no tienen un teclado dedicado, pero tienen la capacidad de reconocimiento de caracteres, poseen una pantalla de tinta electrónica y su tamaño va desde las 8.4" hasta las 14.1". Están destinadas a ser utilizadas en la educación, hospitales, y entornos de trabajo donde requieren equipos con una alta movilidad.

² QWERTY: es la distribución de teclado más extendida en la actualidad. Fue diseñado por Christopher Sholes y recibe su nombre por las primeras seis letras de su fila superior de teclas.

- **Convertibles:** tienen un teclado integrado, capacidades similares a las de un ordenador portátil y son más pesadas y grandes que las *tablets* de tipo pizarra. Su pantalla tiene la capacidad de girar 180°, para así poder ocultar el teclado y convertirse en una superficie de escritura.
- **Híbridos:** comparten las características de las *tablets* de tipo pizarra y convertibles.

1.4. Videojuegos y educación

Se han realizado numerosos estudios sobre la validez y los beneficios del uso de juegos para el aprendizaje de todo tipo de conceptos (Shaffer, 2005). Sin embargo, cambiar la forma de aprender entra en conflicto con numerosos factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos (Grossman, 2000 y Provenzo, 2001). La entrada de los videojuegos en el ámbito del aprendizaje es una práctica nueva de la cual se desconoce el alcance que puede llegar a tener en un futuro. Los videojuegos no pretenden ser un sustituto de los profesores, si no un importante complemento de la educación tradicional (Van Eck, 2006).

Los videojuegos tienen una alta aceptación en nuestra sociedad y poseen características muy interesantes para el mundo de la enseñanza. Permiten a los jugadores desempeñar roles en mundos virtuales interactivos, los cuales consiguen mantener la atención de los jugadores durante horas (Shaffer, 2005). La capacidad de inmersión de la cual disponen los videojuegos, promueve unos procesos de atención y concentración muy importantes para la educación (Egli et al., 1984). Además permiten a los estudiantes entender e interactuar sobre las ideas del campo de enseñanza que se desee aprender. Por ese motivo, son una buena herramienta de difusión de conocimiento mediante una manera dinámica y entretenida (Meléndez, 2006).

Sin embargo a pesar de las características que ofrecen los videojuegos al mundo de la educación, existen muchas barreras que hay que superar para hacer realidad un aprendizaje basado en videojuegos. Entre las dificultades más importantes que se pueden encontrar son principalmente económicas y sociales (P. Moreno-Ger, et al., 2005). El coste de desarrollo de videojuegos, supera en varias órdenes de magnitud los presupuestos dedicados para la educación. Además de que profesores, educadores, o instructores carecen de los conocimientos necesarios para crear un videojuego educativo desde cero (J. Torrente, et al., 2008).

En ese trabajo se van a estudiar tres ejemplos importantes de videojuegos educativos: Spore, Brain training y PlayEnglish. La decisión por la que se han tomado

de ejemplo estos videojuegos, es porque son novedosos a la hora de ofrecer contenido educativo de diferentes campos de la ciencia. Además se ha querido mostrar ejemplos de diferentes fabricantes de plataformas, Microsoft, Nintendo y Sony.

1.5. Contenidos para dispositivos móviles

Gracias al avance tecnológico que han sufrido los dispositivos móviles, se han incrementado los estudios en la adaptación y compartición de contenidos para dispositivos móviles (Gimenez et al., 2009).

Sin embargo, el uso de los dispositivos móviles para crear contenido no ha explotado todas las características que brinda la tecnología móvil. Los dispositivos móviles, actualmente no están concebidos para la creación de contenidos ya que son limitados los artículos que hablan de ello y el número de aplicaciones destinadas para este fin. A nadie se le ocurriría escribir un documento, o crear una presentación, desde el dispositivo móvil. Sin embargo, el uso de las características de los dispositivos móviles para la creación de contenido nos puede ayudar cuando necesitemos crear contenidos en cualquier lugar, en cualquier momento, de una forma dinámica, personalizado a nuestras necesidades e incluso de forma colaborativa.

Gracias al avance tecnológico que han sufrido los dispositivos móviles se han incrementado las funcionalidades y características de los mismos. Los dispositivos, tienen una mayor resolución, sus pantallas son de mayor calidad y tamaño, y tienen una potencia computacional nada despreciable. Además están dotados de una gran cantidad de sensores (p. ej. Cámara de fotos, gps, conexión a internet, etc), que nos ofrecen la posibilidad de enriquecer el contenido que creemos, además de acelerar el proceso de creación y distribución del mismo.

1.6. Objetivos

Los videojuegos han tenido una elevadísima aceptación en los últimos años, sobre todo en las plataformas móviles. En algunos países como, por ejemplo, España, el número de adquisiciones de títulos para plataformas móviles lidera las ventas totales del mercado de videojuegos. Pese a esta proliferación, se observa un cierto vacío en lo que se refiere a videojuegos con contenido educativo, pese a las características de estos dispositivos y las posibilidades que abren (con una honrosa excepción como es BrainTraining).

Como se ha mencionado previamente, las nuevas características de los dispositivos móviles, como *smartphones* o *tablet PC's* ofrecen la posibilidad de conexión a Internet, con costes asumibles para el gran público. La descarga de contenidos, la opción del educador para ser informado sobre los avances, interacción con usuarios, juegos educativos inmersivos o con conocimiento del medio en el que se encuentra el usuario son ahora posibles. Estos dispositivos ofrecen la posibilidad de desplegar juegos de gran calidad educativa pero no se ha encontrado una plataforma educativa basada en videojuegos que aproveche todas las posibilidades existentes.

No obstante, otro aspecto a tener en cuenta es el coste que implica el desarrollo de videojuegos educativos. Plataformas específicas de desarrollo de videojuegos educativos, pueden lograr reducir los costes, proporcionando herramientas para usuarios sin conocimientos técnicos y basadas en estándares y especificaciones de educación. Durante estos últimos años se han realizado avances en el desarrollo de este tipo de herramientas (P. Moreno-Ger, et al., 2005).

Como hemos mencionado anteriormente, los dispositivos móviles, actualmente no están concebidos para ser creadores de contenidos. Únicamente son utilizados como meros consumidores de contenido. Sin embargo, el utilizar los dispositivos móviles para la creación de contenido, nos permite hacerlo de una forma dinámica, en cualquier lugar y en cualquier momento. El único sector que está aprovechando estas características son las redes sociales, ya que permiten crear nuevo contenido desde los dispositivos móviles.

Este proyecto pretende demostrar las posibilidades que ofrecen los dispositivos móviles en la creación de contenidos educativos, mediante la creación de un editor para *Android* de videojuegos educativos. Este editor de videojuegos está enfocado en la construcción de aventuras gráficas educativas foto-realistas. Los videojuegos que se desarrollen mediante este sistema, podrán ser ejecutados desde ordenadores personales, desde la web mediante plataformas educativas como *Moodle™*, *Blackboard™* or *Sakai™*, e incluso desde terminales móviles.

1.7. Estructura

El trabajo se divide en dos partes, una primera parte de estado del arte, en la que se tratan en profundidad las posibilidades ofrecidas por las plataformas m-Learning sobre los dispositivos móviles y las posibilidades de los videojuegos como medio educativo. Además se estudiarán los editores de videojuegos así como la creación, adaptación y distribución de contenidos para los dispositivos móviles. En estos casos se analizan los actuales campos de investigación. En la segunda parte se trata la

experiencia de adaptación del editor de videojuegos de la plataforma <e-Adventure> a un entorno de m-Learning; se analizan las necesidades de diseño que requieren estos dispositivos, los problemas encontrados, y el porqué se ha tenido que crear todo el editor desde cero sin la posibilidad de aprovechar parte del código del editor original. El trabajo termina con un capítulo dedicado a conclusiones sobre el estado del arte actual de las aplicaciones de creación de contenido para móviles, centrándose en el desarrollo de videojuegos desde estas plataformas. Las conclusiones incluyen casos de uso donde la nueva plataforma ofrece un valor extra y los trabajos futuros de mejora de la plataforma con los que se continúa este estudio.

2. TECNOLOGIAS MOVILES PARA LA EDUCACIÓN

En este capítulo se analizan las ventajas y desventajas que presenta la tecnología móvil en la educación. Se realiza un estudio de esta tecnología, pues será la base con la que fundamentaremos las ventajas de utilizar los dispositivos móviles para la creación de contenido. Finaliza con unas conclusiones del análisis realizado.

2. Tecnologías móviles para la educación

2.1. Introducción

La proliferación de los dispositivos tecnológicos móviles, la evolución de las redes inalámbricas y la demanda de dar a la educación un perfil móvil para ampliar las propuestas de la enseñanza y el aprendizaje, han despertado un importante interés en las tecnologías móviles. El campo de estudio que intenta aprovechar las características de las tecnologías móviles para la educación es conocido por mobile learning (m-learning). De hecho el m-learning se ha convertido en la extensión del e-learning más interesante a desarrollar (Leung et al., 2003). M-learning es la adquisición de conocimiento y capacidades mediante la tecnología móvil, en cualquier lugar y en cualquier momento (Geddes, 2004).

Según la European Information Technology Observatory (EITO) por primera vez en la historia se ha superado los 4.000 millones de terminales móviles en el mundo. Pasando así de los 3900 millones de 2008 a los 4400 millones del año anterior. Sin embargo, los ratios en el mundo industrializado son diferentes. La EITO prevé que para este año 2010 siga aumentando en occidente un 4% esta cifra frente al 32% de los países como China.

A continuación se analizan las ventajas que ofrecen los videojuegos para el aprendizaje.

2.2. Ventajas

M-learning ofrece la capacidad de aprender en cualquier momento, en cualquier lugar, con una gran capacidad de búsqueda de información actualizada y con una alta interacción. Esto lo convierte en una potente herramienta para el aprendizaje efectivo.

A continuación se detallan las características que hacen a las tecnologías móviles, interesante para el mundo académico:

- **Dinámico:** el mundo evoluciona con gran rapidez en muchos campos educativos. Por ese motivo, no es válido el disponer de materiales de estudio desactualizados. M-learning es dinámico pues el contenido es actual y no está formado por viejas fuentes de conocimiento. Los

expertos y las fuentes de información más apropiadas para nuestros intereses estarán disponibles para nuestra educación.

- **En cualquier lugar:** una de las características más importantes de m-learning es su movilidad. Proporciona acceso a recursos educativos en cualquier lugar. Esto permite al alumno acelerar su formación dándole un abanico de posibilidades muy amplio de las cuales antes no podía disponer. Practicas fuera de clase de cualquier área de conocimiento se enriquecen gracias a la movilidad que confiere m-learning.
- **En cualquier momento:** ya no tenemos horarios ni limitaciones para contactar o acceder a una información dinámica y valiosa para nuestro aprendizaje. Antiguamente, si un alumno fuera de clase tenía problemas con alguna materia, solo podía esperar hasta el día siguiente para que su profesor resolviera sus dudas.
- **Adaptativo:** no todos los alumnos son iguales. Cada uno tiene una capacidad y unos intereses diferentes. Para ello, m-learning permite al alumno profundizar en los contenidos que más le interesen, así como potencializar aquellos temas que más dificultades se encuentre.
- **Colaborativo:** el conocimiento ya no se concentra en el profesor. Tanto los alumnos como el profesor, colaboran en el conocimiento colectivo. Entre ellos consiguen ayudarse los unos a otros.

Sin embargo, una serie de desventajas frenan el crecimiento del m-learning.

2.3. Desventajas

Se han realizado estudios sobre las limitaciones que tiene el uso de las tecnologías móviles en la educación (Shudong y Higgins, 2005). Aspectos psicológicos, pedagógicos y tecnológicos influyen negativamente en el campo de m-learning.

A continuación se describen estas limitaciones.

2.3.1. Barreras sociales

Mediante los dispositivos móviles, principalmente los teléfonos móviles, se pretende que la gente aprenda en el tren, en los autobuses, en camino para volver a casa. Sin embargo, Shudong y Higgins (2005) ponen en duda que después de un duro día de trabajo o de haber estado en la escuela, la gente tenga ganas de utilizar los dispositivos móviles para aprender en vez de para escuchar música y relajarse. Por este motivo defienden que el propósito de los teléfonos móviles es para hablar con otras personas y no para aprender.

Otra limitación psicológica importante es el hecho de que aunque la nueva forma de aprender que ofrecen las tecnologías móviles sea buena, cambiar los hábitos de las personas es difícil y requiere tiempo (James, 1890). Por este motivo, la mayoría de la gente todavía prefiere seguir comprando por las tiendas tradicionales, a comprar por Internet.

2.3.2. Barreras pedagógicas

Las tecnologías móviles no pretenden ser un sustituto de los profesores, ya que ellos juegan un papel fundamental en la coordinación de los recursos didácticos que se ofrecen a los alumnos. Sin embargo, para que el aprendizaje y la enseñanza, sean efectivas, se requiere de interacciones pedagógicas rápidas. El que un alumno realice un pregunta y no la pueda enviar hasta que el dispositivo móvil tenga la cobertura necesaria y que posteriormente el profesor le conteste, no está considerado como una buena práctica pedagógica. El punto débil de las tecnologías móviles, es que hacen que el seguimiento del alumno sea una tarea difícil de realizar (Shepherds, 2001).

Los exámenes en un entorno tecnológico móvil, son difíciles de administrar. Sin un supervisor, es difícil confiar en que las respuestas que el alumno está respondiendo, sean respondidas por él y no por otra persona. Por este motivo está considerado como uno de los sistemas educativos más débiles del sistema pedagógico (Shudong y Higgins, 2005).

Otro punto importante es el índice de abstención de los cursos impartidos por esta modalidad. Estudios y estadísticas muestran que un 25% de los alumnos, que comienzan estudios a distancia no finalizan el curso (Rovai, 2002). Por ese motivo, la modalidad de los cursos a distancia y más aquellos que se basan en la tecnología móvil, son menos eficaces que los cursos presenciales (Bouhnik y Marcus, 2006).

Finalmente en el aprendizaje mediante dispositivos móviles, es inevitable que el entorno que envuelve al alumno mientras que está aprendiendo no distraiga su proceso de aprendizaje. Los estudiantes no pueden focalizar toda su atención en aprender mientras se están moviendo (Shudong y Higgins, 2005).

2.3.3. Barreras tecnológicas

Las pantallas de los dispositivos móviles, especialmente la de los teléfonos móviles, son de un tamaño muy reducido. Un estudio realizado en septiembre de 2005, revela que la mayoría de los teléfonos móviles tienen un tamaño de pantalla de unas 2,1" de media. Este tamaño de pantallas puede estar bien para leer textos durante un corto periodo de tiempo, aproximadamente dos minutos, ya que si se supera este periodo puede llegar a provocar vista cansada (Bryan, 2004). Desafortunadamente para leer y responder textos mediante la modalidad de m-learning, hacen falta más de dos minutos.

Otro punto débil de las pantallas de los dispositivos móviles, que también pueden provocar vista cansada es su resolución, pues está es muy inferior a la resolución de las pantallas de los ordenadores. Además aunque se tenga un dispositivo móvil con un tamaño de pantalla considerable, el tener una resolución baja dificulta la tarea de leer e introducir datos al estudiante (Shudong y Higgins, 2005).

Los métodos de escritura en los dispositivos móviles son menos eficaces que los de un teclado convencional. Un estudio realizado por Houser y Thornton (2004), demuestra cómo se disminuye la velocidad de escritura por diez, en comparación con los teclados de los ordenadores.

La conexión a internet para la obtención de recursos educativos, está limitada por los niveles de cobertura. Además aunque dispongas de la cobertura necesaria, muchos de los recursos multimedia se pierden debido a la adaptación que se tiene que realizar para que el dispositivo móvil entienda esa información. Adicionalmente, no todo el mundo se puede permitir el coste que conlleva la conexión a internet, desde el dispositivo móvil (Shudong y Higgins, 2005).

La duración de las baterías de los teléfonos móviles es muy reducida, pues si se utilizan para realizar tareas complejas o se habilita la conexión a internet, no durarán más de un par de horas (Shudong y Higgins, 2005).

2.4. Conclusiones

Los dispositivos móviles pueden aportar muchas de sus características para la mejora del aprendizaje. Sin embargo, actualmente no podemos pretender que sean el sustituto perfecto a los ordenadores de sobremesa. Debemos de entenderlos como una extensión que en determinados momentos pueden servir de gran utilidad.

Por ese motivo, muchas de las limitaciones que se muestran en el estudio realizado por Shudong y Higgins (2005), en especial las limitaciones pedagógicas, carecen de importancia si es entendido el m-learning como una extensión y no como un método de estudio integro en sí mismo.

El cambiar los hábitos de la sociedad no es fácil, sin embargo las tecnologías han tenido una aceptación muy alta y los esfuerzos por cambiar a la sociedad en ese campo han sido menores. Este hecho se demuestra con el avance tan rápido que ha tenido la tecnología en los últimos años. Nunca se hubiera podido realizar ese avance tecnológico tan grande si la sociedad no hubiera aceptado los cambios tecnológicos tan rápido. En cuanto a la tecnología móvil, esa adaptabilidad a los cambios, es superior pues hoy en día cada persona cambia de teléfono móvil, con una frecuencia de uno a dos años.

Tecnológicamente los dispositivos móviles han evolucionado rapidamente. Hoy en día podemos encontrar dispositivos con la misma potencia computacional y de almacenamiento que la de un ordenador personal de hace unos años. De la misma manera podemos encontrar dispositivos con un tamaño de pantalla de 9,7 pulgadas y una resolución de 1.024 por 768 píxeles a 132 píxeles por pulgada. Estas características hacen que la mayoría de las limitaciones tecnológicas expuestas por Shudong y Higgins (2005), no se apliquen a algunos nuevos dispositivos móviles.

3. PLATAFORMAS DE DESARROLLO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

En este capítulo se tratan las plataformas de desarrollo más importante para dispositivos móviles. Se estudiarán las características más importantes y se argumentará la plataforma elegida para el desarrollo del editor de videojuegos.

3. Plataformas de desarrollo para dispositivos móviles

3.1. Introducción

Como hemos mencionado anteriormente, en este trabajo limitamos el estudio de los dispositivos móviles a teléfonos móviles tipo *smartphone* (p.ej. iPhone, Nexus One, etc.) y a *tablet PC's* (p.ej. iPad, Galaxy Tab, etc.). El mercado de los dispositivos móviles de este tipo está en pleno proceso de evolución. Existe una gran variedad de configuraciones hardware y de sistemas operativos disponibles.

En la siguiente tabla podemos ver las plataformas más representativas utilizadas por los dispositivos móviles:

Proveedor	Sistema de explotación (OS)	Lenguaje de programación	Aplicaciones (fecha de lanzamiento)
Apple	iPhone OS	Objective-C	App Store (julio de 2008)
LiMo Foundation	LiMo Platform (Linux)	Java, native (C/C++)	R2 (otoño de 2009)
Microsoft	Windows Phone	Visual C#/C++, Silverlight	Windows Marketplace for Mobile(otoño de 2009)
Open Handset Alliance	Android (Linux)	Java, C/C++	Android Market (octubre de 2008)
Palm	Palm OS	C/C++	Palm App catalog (junio de 2009)
	webOS (Linux)	JavaScript, HTML 5	
Qualcomm	BREW	C/C++	Plaza Retail (mayo de 2008)
RIM	BlackBerry OS	Java	BlackBerry App World (abril de 2009)
Symbian Foundation	Symbian	C++	Nokia Ovi Store (mayo de 2009)

Tabla 1: Características de las plataformas móviles

Como podemos observar en la tabla anterior el lanzamiento del mercado de aplicaciones comenzó a penas hace dos años, sin embargo ya se han descargado más 8.000 millones de aplicaciones según el estudio realizado por ABI Research.

Los proveedores, por miedo a los programas malintencionados, dudan ante la posibilidad de dar a los diseñadores acceso directo a las funcionalidades básicas de un dispositivo. La diversidad y ambigüedad de estas restricciones, así como la falta de compatibilidad entre las plataformas, plantean obstáculos al desarrollo del mercado de aplicaciones móviles.

Según podemos observar en la ilustración 1, *iOS* de *Apple™*, *Android* de *Google™* y *Symbian* de *Nokia™*, dominan el mercado de las plataformas para dispositivos móviles de tipo *smartphones*.

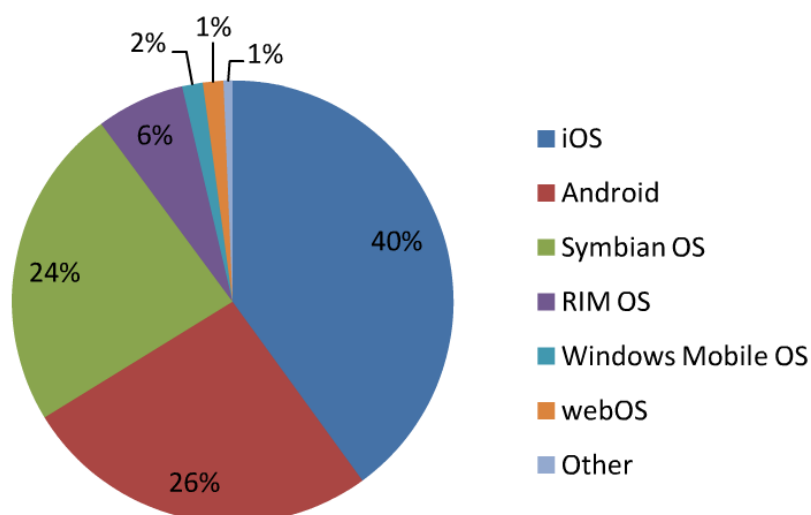


Ilustración 1: Distribución de las plataformas para *smartphones*. Mayo 2010 (AdMob)

Sin embargo podemos observar en la ilustración 2, un gran aumento en la evolución que está teniendo *Android* frente a la caída que ha experimentado *Symbian* estos últimos años.

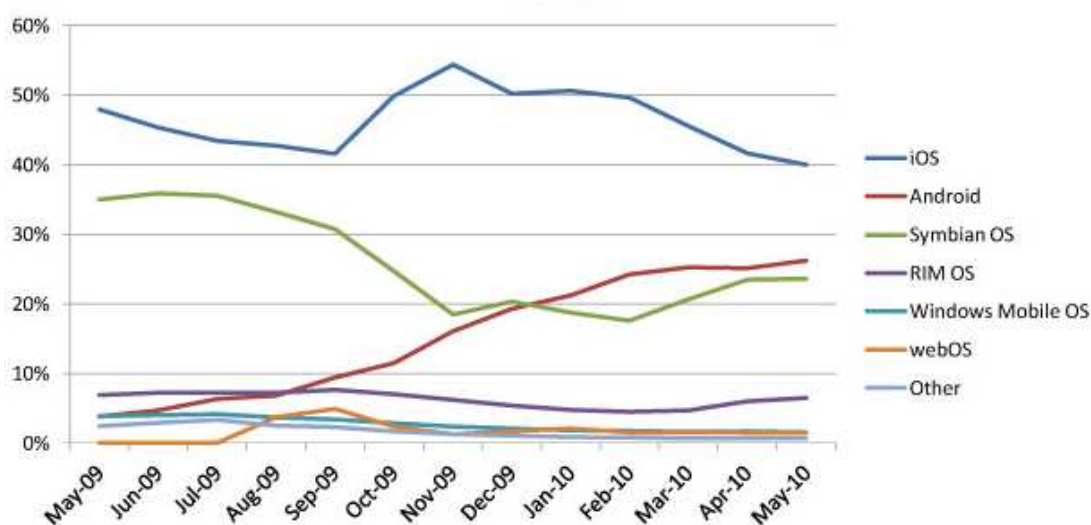


Ilustración 2: Evolución de las plataformas para *smartphones*. Mayo 2010 (AdMob)

En cuanto a los fabricantes de dispositivos móviles tipo *smartphones*, que podemos ver en la ilustración 3, *Apple™* se lleva un 30% del mercado mundial, seguido por *Nokia™* y *Samsung™*. Esto explica porque *iOS* es la plataforma más utilizada en el mundo de los dispositivos móviles tipo *smartphones*.

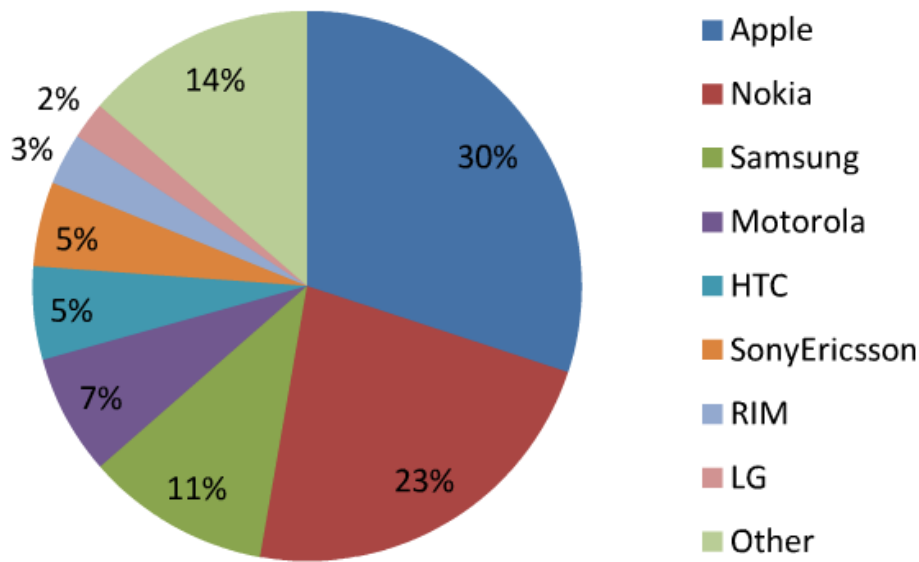


Ilustración 3: Distribución de los fabricantes de *smartphones*. Mayo 2010 (AdMob)

A continuación se detallan las características principales de las plataformas móviles más representativas:

3.1. *Android*

Es un sistema operativo diseñado para dispositivos móviles, como teléfonos móviles, *tablet PC's*, o *netbooks*. Es un sistema operativo abierto diseñado por la *Open Handset Alliance* (OHA), basado en el *kernel* de *Linux*. Es multitarea, soporta la tecnología multitáctil y permite el uso de módulos de accesibilidad.

Las aplicaciones para *Android* pueden escribirse tanto en Java como en C/C++. El sistema de distribución de aplicaciones es mediante el *Android Market*, el cual tiene más de 100.00 aplicaciones para descargar, tanto de pago como gratuitas.

Continuamente salen al mercado actualizaciones del sistema operativo, con las que van aumentando su funcionalidad y corrigiendo fallos del sistema operativo. La última versión establecida al mercado es la versión 2.2 que recibe el nombre de Froyo.

3.2. iOS

iOS es el sistema operativo desarrollado por *Apple™* para sus dispositivos móviles, como *iPhone* y *iPad* entre otros. Originalmente fue diseñado para *iPhone*, pero después se utilizó para otros dispositivos de Apple como el *iPad* o el *iPod Touch*.

El sistema de distribución de aplicaciones es el *App Store*, el cual contiene actualmente más de 250.000 aplicaciones. Actualmente está considerada como la plataforma que más aplicaciones posee.

Al igual que *Google™*, *Apple™* saca actualizaciones de su sistema operativo para dispositivos móviles, aunque no con tanta frecuencia como *Android*. Su sistema operativo soporta la tecnología multitáctil y la multitarea. Su principal punto débil es que no soporta *Flash* ni *Java* y es muy dependiente de la aplicación *iTunes*, para gestionar el contenido del dispositivo.

3.3. RIM OS

Es el sistema operativo desarrollado por la compañía *Research In Motion (RIM)*, para las *BlackBerry*. Soporta la multitarea y el lenguaje de programación que utiliza es Java.

El lugar para descargar las aplicaciones para este sistema operativo es *BlackBerry App World*. La aplicación estrella de este sistema operativo, es *BBM* que habilita la posibilidad de mandar mensajes a otra *BlackBerry*, mediante el PIN único que posee cada *BlackBerry*. Por la seguridad de estos dispositivos, por su integración con *exchange* y gracias a que llevan cinco años más en el mercado que las dos plataformas anteriores, son uno de los dispositivos más interesantes en ambientes laborales, donde se precisa escribir mucha cantidad de mensajes y una alta movilidad.

3.4. Symbian OS

Symbian es el sistema operativo diseñado para los dispositivos móviles, creado por diferentes compañías de empresas de telefonías móviles, de las cuales fue finalmente adquirido por Nokia. Su sistema operativo soporta la multitarea y posee como lenguaje de programación para desarrollar aplicaciones para el sistema operativo, C++. Aún así es posible crear aplicaciones en Java pues tiene integrada una máquina virtual en su sistema.

Posee el Nokia *Ovi Store*, para descargar aplicaciones. Al igual que otros sistemas operativos para móviles, posee diferentes versiones para de su sistema operativo. Ha perdido cuota de mercado con *iOS* y *Android*, pero con la llegada de su nuevo sistema operativo *MeeGo* espera recuperarse.

3.5. Windows Phone

Windows Phone, anteriormente llamado *Windows Mobile*, es el sistema operativo desarrollado *Microsoft™* para los dispositivos móviles. Soporta la multitarea y su plataforma de desarrollo es *silverlight*.

Para distribuir sus aplicaciones posee el *Windows Marketplace for Mobile*.

Al igual que otros sistemas operativos, posee diferentes versiones, siendo la última versión anunciada para mediados de octubre de 2010, *Windows Phone 7*.

3.6. Conclusiones

Hemos estudiado las plataformas más importantes para los dispositivos móviles, así como su evolución y la cuota de mercado que tienen. Como podemos ver el sistema operativo de *Apple™*, está en la cabeza en cuando a cuota de mercado, sin embargo *Android* le sigue de cerca y destaca la creciente evolución que está teniendo frente a *iOS*.

La falta de compatibilidad entre las plataformas, plantean obstáculos al desarrollo del mercado de aplicaciones móviles. Productos elaborados para un dispositivo deben ser reelaborados para otro, puesto que las interfaces de programación de aplicaciones (API) y las herramientas de creación de programas informáticos son específicas de cada

una de las principales plataformas. En otras palabras, la elaboración de una aplicación lleva más tiempo e impide a los clientes utilizar aplicaciones en una serie de dispositivos diferentes.

Sin embargo, la buena noticia es que se está haciendo todo lo posible para unificar el ecosistema móvil. OHA, integrada por 47 empresas, ha elaborado el sistema operativo *Android* de código abierto. Por estos motivos y por las características que nos ofrece un sistema abierto como *Android*, este va a ser la plataforma elegida para realizar nuestro desarrollo.

A continuación se estudian las características que hacen de los videojuegos una herramienta interesante para integrarse en los procesos de enseñanza del mundo educativo.

4. VIDEOJUEGO EDUCATIVOS

En este capítulo nos muestra las posibilidades educativas de los videojuegos. Analiza las diferentes barreras de los mismos y finaliza con un estudio de los videojuegos educativos más representativos.

4. Videojuegos educativos

4.1. Introducción

Los videojuegos constituyen una fuente de recursos para el desarrollo de técnicas de entrenamiento de determinadas facultades cognoscitivas como la memoria, la atención, la concentración, la velocidad mental, la inteligencia, la creatividad y la resolución de problemas. Los diferentes estudios acerca de los cambios en la actividad cerebral, la variación en el flujo sanguíneo, desordenes mentales, el concepto de inmersión o *flow* creado por Csikszentmihalyi (1997) y el diseño de videojuegos, guardan una estrecha relación de la que nacen una serie de videojuegos que ayudan a entrenar y relajar nuestra mente a través de su uso continuado (Meléndez, 2006).

El juego y la educación no son contradictorios. No hace falta adquirir todos los conocimientos teóricos en los centros de enseñanza para aprender habilidades que sean útiles en nuestras vidas. Los videojuegos pueden ser un buen instrumento de aprendizaje con el que combinar la enseñanza tradicional. De esta forma podemos combinar de manera satisfactoria el ocio con el aprendizaje. Los videojuegos pueden ser un recurso muy motivador para aprender ya que a la mayoría de los adolescentes les gusta utilizarlos en sus ratos libres. Por ese motivo, gracias a los videojuegos es posible combinar el ocio y el aprendizaje de manera satisfactoria.

Si bien el mundo de los videojuegos está en constante cambio, podemos decir que existen una serie de videojuegos que tienen características comunes y que permiten clasificar a los mismos en torno a las siguientes categorías (Estallo, 1995):

Tipo de juego	Características	Modalidades
Arcade	Ritmo rápido de juego	Plataformas
	Tiempo de reacción mínimo	Laberintos
	Atención focalizada	Deportivos
	Componente estratégico secundario	Dispara y olvida
Simuladores	Baja influencia del tiempo de reacción	Instrumentales
	Estrategias completas y cambiantes	Situacionales
	Conocimientos específicos	Deportivos
Estrategia	Se adopta una identidad específica	Aventuras gráficas
	Sólo se conoce el objetivo final del juego	Juegos de rol
	Desarrollo mediante ordenes y objetos	Juegos de guerra
Juegos de mesa	Cartas, Ajedrez, etc.	Trivial Pursuit

Tabla 2: Tipo de videojuegos.

A continuación vamos a analizar las ventajas que ofrecen los videojuegos para el aprendizaje.

4.2. Ventajas

Se han realizado numerosos estudios sobre la validez y los beneficios del uso de juegos para el aprendizaje de todo tipo de conceptos (Shaffer, 2005).

Según un estudio (Casey, 1992), se defiende que existen una serie de ventajas que poseen los videojuegos: los jóvenes tienen una buena relación con el uso de ellos y el aprendizaje encubierto puede sustituir al aprendizaje formal. Además, la representación multisensorial del aprendizaje, utilizando imágenes, sonido y modalidades kinestésicas facilitan más la enseñanza. Por otra parte el aprendizaje individual que pueden ofrecer los videojuegos, permiten el logro de objetivos más realistas, superando las dificultades del miedo al público o al grupo.

Para Gifford (1991), existen siete características que hacen de los videojuegos un medio de aprendizaje más atractivo y efectivo:

1. Permiten el ejercicio de la fantasía, sin limitaciones espaciales, temporales o de gravedad.
2. Facilitan el acceso a "otros mundos" y el intercambio de unos a otros a través de los gráficos, contrastando de manera evidente con las aulas convencionales y estáticas.
3. Favorecen la repetición instantánea y el intentarlo otra vez, en un ambiente sin peligro.
4. Permiten el dominio de habilidades. Aunque sea difícil, los niños pueden repetir las acciones, hasta llegar a dominarlas, adquiriendo sensación de control.
5. Facilitan la interacción con otros amigos, además de una manera no jerárquica, al contrario de lo que ocurre en el aula.
6. Hay una claridad de objetivos. Habitualmente, el niño no sabe qué es lo que está estudiando en matemáticas, ciencias o sociales, pero cuando juega al videojuego sabe que hay una tarea clara y concreta: abrir una puerta, rescatar a alguien, hallar un tesoro, etc. lo cual proporciona un alto nivel de motivación.
7. Favorece un aumento de la atención y del autocontrol, apoyando la noción de que cambiando el entorno, no el niño, se puede favorecer el éxito individual.

La capacidad de atraer nuestra atención y generar un profundo interés por la actividad es uno de las características decisivas de los videojuegos para su correspondiente análisis en diferentes campos ya sean la educación como la psicología (Shaffer, 2005).

El concepto de *flow* introducido por Csikszentmihalyi (1997) es aplicable a la sensación de absorción que producen los videojuegos. Éstos producen una sensación de relajación asociada a la inmersión en una actividad sencilla que no requiere mucho esfuerzo, que nos permite escapar del estrés y del aburrimiento, por lo que generan una sensación gratificante y de relajación mental.

Igualmente los videojuegos crean la misma sensación de *flow* al centrar nuestra atención en una sola actividad, en la percepción distorsionada del tiempo o en la generación de interés a través de la consecución de una meta alcanzable. Este último factor es decisivo en el modo en que los videojuegos acaparan nuestra atención; los niveles de dificultad hacen posible el ajuste de esta sensación gratificante ya que dependiendo de lo difícil que sea alcanzar nuestro objetivo perderemos antes, o no, el interés. Los videojuegos funcionan así de alguna manera: sus niveles de dificultad se ajustan a nuestro dominio y nuestra práctica se ve influenciada por el nivel exacto de dificultad que no genere en nosotros aburrimiento tanto porque sea demasiado fácil, ni porque sea extremadamente exasperante (Sherry, 2004).

Lind (2006) habla de la relación entre el descenso del flujo sanguíneo durante el juego y su relación con el sistema de superación de metas propuestas por los videojuegos para demostrar que en este estado gratificante de actividad, se activa nuestro sistema de recompensas, de ahí la sensación de relajación o escape. Otros estudios, indican que el estado de *flow* generado por los videojuegos provoca un menor control de los movimientos corporales debido a la reducción del autocontrol por la total dedicación al juego (Pope y Palsson, 2003).

Como ya hemos dicho, la mayoría de las investigaciones realizadas tienen un balance positivo para el uso de los videojuegos en la práctica de las diversas terapias. Tanto los niños como los autores se muestran satisfechos y la mejora en las diferentes facetas tratadas parece ser evidente. Por todo ello podemos concluir que los videojuegos son un instrumento adecuado para conseguir mejorar o reeducar determinados aspectos de las personas, en mayor medida que el uso de los métodos convencionales (Etxeberria, 2001).

Al mismo tiempo, no hay que perder de vista que la necesidad de entretenerse es una de las características claras de los adolescentes de hoy. El entretenimiento ayuda a combatir el aburrimiento, a llenar el tiempo de ocio, es un modo de relacionarse y constituye un espacio adecuado para socializar y comunicarse. La sociedad actual eleva

el entretenimiento prácticamente a la calidad de derecho y eso hace que los adolescentes busquen modos de conseguirlo.

La ilustración 4, obtenida de unos estudios realizados por la Federación Europea del Software Interactivo (ISFE) durante el 2008, muestra las principales motivos que tienen los europeos para jugar a los videojuegos.

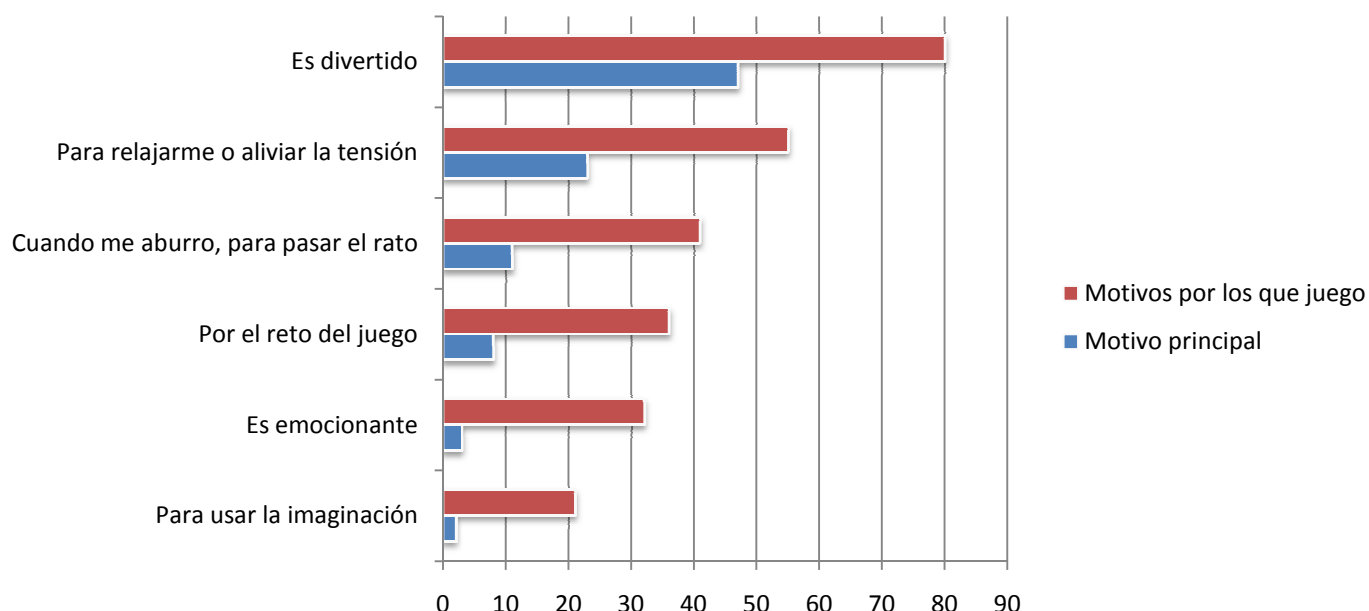


Ilustración 4: Principales motivos de juego con videojuegos.

A pesar de ello, existen barreras sociales y económicas que impiden que sean utilizados y aceptados completamente en el mundo educativo. A continuación analizaremos esas barreras.

4.3. Desventajas

4.3.1. Barreras sociales

Los videojuegos están considerados como una pérdida de tiempo entre padres y educadores. Sin embargo, no deja de ser paradójico que se reconozca la gran importancia del juego en la formación de niños y adolescentes, y por tanto en su satisfacción y felicidad, y se adopte una postura tan radical contra los videojuegos, que

suponen una nueva forma de juego que puede tener inconvenientes, pero también ofrecer algunas ventajas.

Encontramos estudios donde se pone en duda, que el uso de videojuegos pueda tener algún beneficio (Grossman, 2000 y Provenzo, 2001) debido a la violencia, o sexismo que hay en ellos.

Prensky (2001) identifica a los adolescentes como nativos digitales, por haber nacido en el mundo digital y a los adultos como inmigrantes digitales, pues están navegando hacia ese mundo digital. Para los adultos, el mundo digital lo entienden como algo inhóspito y lleno de peligros. Por ello, la menara de compartir, comprar, vender, intercambiar, crear, reunirse, coordinar, evaluar, jugar, y socializar son diferentes entre un mundo y otro.

Es el conjunto de esta diversidad lo que produce una inquietud justificable en los responsables de la educación de estos nativos digitales, ya que el cambio tiende a influir en todos los aspectos de la vida, donde confluyen educación, ocio, entretenimiento y socialización (Sádaba, et al., 2008).

Otro punto negativo, está en relación a la frecuencia de juego. Uno de los problemas que suele plantearse respecto al uso de los videojuegos es el exceso de tiempo dedicado al mismo, la adicción o lo que en otros términos viene a llamarse ludopatía, o patología relacionada con una afición incontrolada por el juego (Estallo, 1995).

4.3.2. Barreras económicas

Una de las principales barreras que impiden que los videojuegos educativos sean un buen complemento en las actividades formativas, es el coste de desarrollo de videojuegos. Los resultados de un estudio realizados por Michael y Chen (2006) en la Game Developer Conference³ del 2005, muestran como los costes de desarrollo de un 27% de los videojuegos van desde los 100.000 dólares hasta 500.000. También destaca en este estudio como un 15% de los videojuegos los costes de desarrollo van desde 1.000.000 dólares hasta alcanzar la cifra de los 10.000.000 de dólares.

Actualmente con la nueva generación de videojuegos los costes de desarrollo de videojuegos se disparan. El coste de desarrollo de videojuegos por título se sitúa

³ Página web de la Game Developer Conference: www.gdconf.com

entre los 20.000.000 de dólares hasta los 30.000.000 de dólares. Estas cifras superan en varias órdenes de magnitud los presupuestos dedicados para la educación.

4.4. Ejemplos representativos

4.4.1. Spore

Videojuego basado en la evolución de las especies. Su mecánica nos permite entender las teorías de la evolución:

- **Teoría de Lamarck**, que plantea que la tendencia de las criaturas es ir volviéndose más complejas y que todas las modificaciones se transmiten a la descendencia. En Spore, cuando la criatura quiere evolucionar necesita modificar su cuerpo, aumentando así en complejidad, y reproducirse con otros miembros de la especie.
- **Teoría de Darwin**, se centró en la selección natural, es decir, en la necesidad de evolucionar para adaptarse mejor al medio y sobrevivir. El juego nos muestra que en determinados momentos es necesario evolucionar para poder enfrentarnos a nuevas situaciones y poder competir con otras especies. A veces, por ejemplo, la criatura se ve obligada a defenderse de otras especies, sobreviviendo la mejor adaptada.

4.4.2. Brain Training

Una auténtica revolución en el terreno de los videojuegos educativos. Se trata del método de entrenamiento cerebral elaborado por el Dr. Kawashima para mantener el cerebro joven. El videojuego propone una serie de ejercicios para practicar y estimular la memoria, el cálculo y la velocidad de respuesta. El primero salió en 2006 y la segunda entrega de la saga un año después. Un juego apto para todo el mundo, pero especialmente útil para usuarios de edad avanzada que quieran mantener el cerebro joven.

4.4.3. PlayEnglish

PlayEnglish, es un videojuego para mejorar el nivel de inglés mediante una novela gráfica de intriga, en la que un agente secreto español tendrá que resolver un caso del *mi:6* británico, con el problema de que el agente secreto no sabe inglés. A través de diferentes pruebas de habilidad, lógica y conocimientos tendrá que superar los obstáculos que le llevan al ladrón.

Es un videojuego educativo desarrollado en España para la plataforma de consolas móviles PSP. Se puede jugar con diferentes niveles de dificultad y sus creadores garantizan que con una hora de juego se aprende el equivalente a diez horas de academia de inglés.

4.5. Conclusiones

Estableciendo una relación entre los usos descritos para el entrenamiento mental, la sensación de inmersión, el valor didáctico y la democratización con el público, podemos decir que el uso de estos videojuegos de última generación supone la ruptura de varias barreras (Meléndez, 2006):

- **Diferencias de edad:** no todos los videojuegos tradicionales conectan con el público adulto, es más, éstos casi los rechazan de inmediato como si fueran un arma contra el bienestar cultural. La mayoría de historias o planteamientos de muchos videojuegos están diseñados para conectar con un público joven, que ha crecido con las nuevas tecnologías y una visión del entretenimiento mediático mucho más desarrollada. Estos videojuegos son, además de la aplicación de una serie de teorías científicas, un refresco y evolución de los antiguos pasatiempos de difusión multimedia como el Sudoku, cuya resolución no depende tanto de la habilidad para manejar un joystick ni la coordinación mano-ojo sino de nuestras habilidades mentales.
- **Diferencias de género:** En muchos de los estudios realizados con voluntarios quedó demostrado que los niños se sienten más atraídos hacia videojuegos de acción, tipo *fighting* de compleja jugabilidad mientras que las niñas preferían videojuegos de tipo simulador, con desarrollo de caracteres y pruebas de tipo *jigsaw* o *puzzle*. Aun así, estos gustos no son generalizables pero si resultan una muestra interesante si tenemos en cuenta que el videojuegos diseñado por Kawashima obvia cualquier cuestión de género al ser un juego sin desarrollo narrativo.

- **Sensación de inmersión:** estos videojuegos se asemejan a los videojuegos tradicionales por generar la misma sensación de total dedicación al juego. Funcionan por los mismos principios motivadores que los demás, es decir, trabajan por objetivos. La meta es conseguir superar las pruebas y entrenar nuestra mente para poder observar una mejora a largo plazo; el procedimiento, es el camino que seguimos inmersos es esa actividad. La diferencia radica en que nuestra mente no está relajada y aun teniendo nuestro sistema nervioso ocupado, la desinhibición y la sensación de escape son las mismas. Los diferentes niveles de dificultad no son escogidos por el jugador ya que al ser ajustados mediante un test, las posibilidades de que el juego resulte excitante y atractivo aumentan. El entretenimiento que proponen es quizá semejante la de la lectura de un libro mientras se espera el autobús, por ello otra de sus finalidades sea la de acallar las críticas acerca de la pérdida de tiempo invertido por muchos aficionados a los videojuegos.
- **Desarrollo de un modo de juego:** la maniobrabilidad del soporte como el objetivo de la práctica hacen que el modo de jugar a estos videojuegos difiera del resto de juegos para videoconsolas portátiles; de la coordinación mano-ojo pasamos a habilidades cognoscitivas diferentes como la memoria, el cálculo, la velocidad mental y la inteligencia. No solo utilizamos las funciones motoras y visuales, las cuales tras muchos estudios han sido identificadas como las de mayor desarrollo durante el juego, sino que intentamos recuperar o entrenar aquellas que por el paso de la edad o por el desuso, progresivamente merman.
- **Target comercial:** diseñados para una población adulta, estos juegos se han acercado a un nuevo mercado, el de aquellos que no juegan a videojuegos, una población adulta, ocupada e interesada en otro tipo de actividades. Incluso su comercialización ha alcanzado a grandes empresas que compran estos nuevos sistemas de entretenimiento para aliviar las tensiones de sus empleados sin caer en la práctica de actividades menos apropiadas o que rompan con la imagen de la empresa. Algunas como el Hospital de Uchida, en Japón, ponen a disposición de los pacientes en la sala de espera, estos videojuegos de Nintendo DS® para mantener entretenidas las preocupadas mentes de los pacientes así como para tratar desordenes en la concentración, la memoria, la atención o problemas de estrés y/o ansiedad.
- **Interdisciplinariedad:** estos videojuegos parten de la misma base: comenzando por la estimulación de las habilidades cognoscitivas, los últimos modelos diseñados por la compañía Nintendo™ pretenden el aprendizaje de idiomas a través del mismo sistema. Así encontramos en el mercado japonés, el título

English training®, para el aprendizaje del inglés a través de ejercicios, y test, y el aun más interesante Kanji training® diseñado para el aprendizaje del sistema de ideogramas japonés que ha alcanzado una rápida difusión debido a la dificultad del aprendizaje de su escritura, y la cantidad ideogramas (2000 oficiales) de los que la lengua japonesa dispone. La escritura japonesa es compleja debido a la existencia de dos silabarios Hiragana y Katakana, este segundo utilizado para escribir palabras procedentes de otros idiomas foráneos, además del Kanji o ideogramas, de los cuales debemos aprender su significado, las diferentes lecturas y su caligrafía.

El videojuego no solo ha conseguido posicionarse a la cabeza de las industrias del entretenimiento sino que intenta aprovechar su fácil comercialización y sus características para la mejora social, un proyecto aun temprano pero que va dando sus primeros grandes pasos.

Uno de las barreras más importantes a las que se enfrenta la creación de videojuegos con fines educativos es el coste económico que ello conlleva. Para solucionar este problema, se han creado editores de videojuegos, los cuales te ofrecen la posibilidad de crear videojuegos sin la necesidad de tener los conocimientos necesarios para ello. A continuación estudiaremos las diferentes aplicaciones, que nos ofrecen esta posibilidad.

5. EDITORES DE VIDEOJUEGOS

Este capítulo estudia diferentes plataformas de edición de videojuegos, con las que combatir algunas de las barreras estudiadas en el capítulo anterior.

5. Editores de videojuegos

5.1. Introducción

En el capítulo anterior se ha estudiado que el uso de videojuegos educativos ayuda a aumentar las facultades cognitivas como la memoria, la atención, la concentración, la velocidad mental, la inteligencia, la creatividad y la resolución de problemas, de una forma dinámica, emocionante y divertida.

Sin embargo, el coste de desarrollo de videojuegos, supera en varias órdenes de magnitud los presupuestos dedicados para la educación. Además de que profesores, educadores, o instructores carecen de los conocimientos necesarios para crear un videojuego educativo desde cero. Por estos y otros motivos, se ha investigado en la creación de editores que nos ayuden y mejoren los costes destinados al desarrollo de videojuegos (P. Moreno-Ger, et al., 2005).

A continuación vamos a presentar una serie de herramientas, que nos ayudan en la edición de videojuego. No se pretende realizar un estudio exhaustivo, de ellas.

5.2. Game Maker

Game Maker es una herramienta con la que se podrá crear juegos de ordenador sin necesidad de tener conocimientos de programación. Fue creado por el profesor Mark Overmars en el 1990. Está desarrollado con Delphi.

Su interfaz de gran facilidad de uso soporta la función de drag-and-drop para seleccionar todos los elementos que se necesitan a la hora de crear videojuegos. De esta forma se podrá crear casi cualquier videojuego de diferentes tipos: plataformas, laberintos, multijugador, isométricos, etc. Además es capaz de crear videojuegos en 3D.

El programa incluye una serie de imágenes y sonidos integrados en el juego para que tengas material con el que empezar. Además te dan la posibilidad de poder vender el videojuego que hagas, mientras que se cumplan con los términos del EULA de Game Maker. El editor es gratuito, aunque existe una versión de pago, en la que se dispone de una mayor funcionalidad.

En la ilustración 5 podemos ver como es la interfaz de este editor de videojuegos.

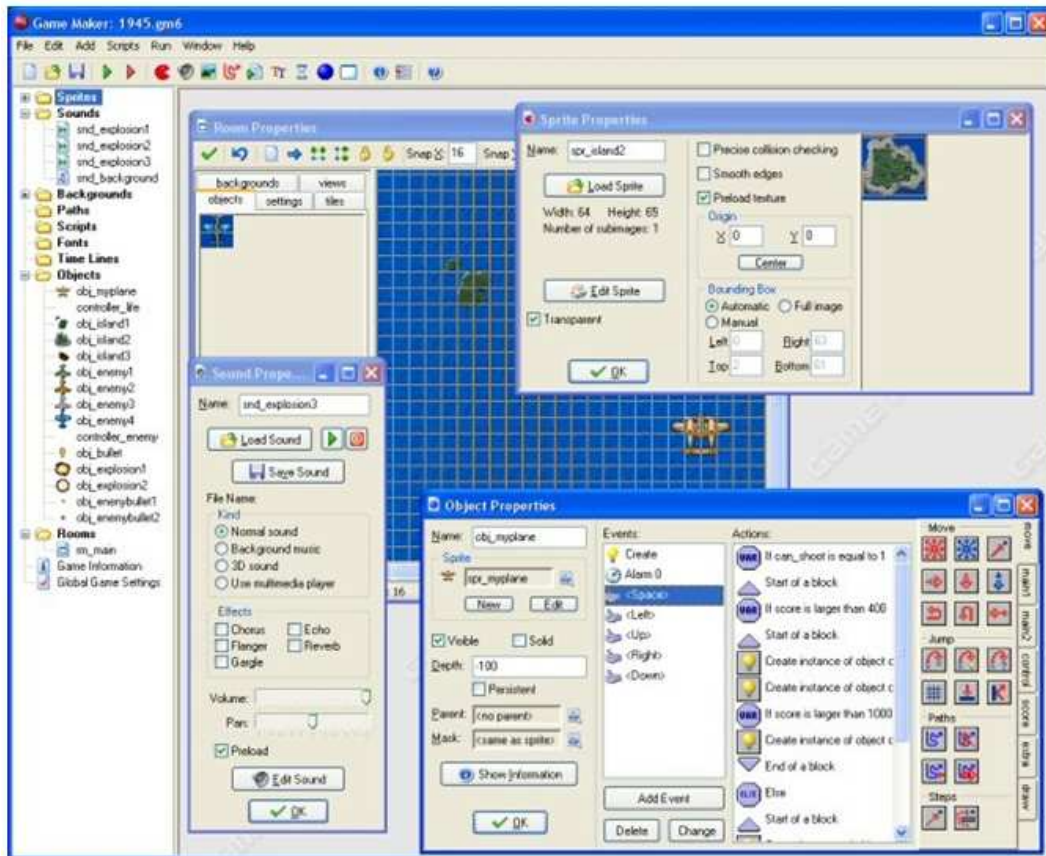


Ilustración 5: Editor de Game Maker al crear un videojuego 2D

5.3. RPG Maker

RPG Maker es un editor de videojuegos que permiten al usuario crear videojuegos de rol (RPGs). Es una herramienta creada por ASCII Corporation en Japón en el año 1995. Mediante esta herramienta se pueden crear videojuegos sin la necesidad de programar en Ruby.

Esta herramienta posee una wiki y una comunidad, en la que ayudan a desarrollar videojuegos, comparten ideas y distribuyen los videojuegos creados.

En la última versión de la herramienta, publicada en 2009 se cambió su nombre a Action Game Maker. En esta versión, ofrece la posibilidad de poder exportar los videojuegos que se creen, a la plataforma XBOX360.

En la ilustración 6 podemos ver como es la interfaz de este editor de videojuegos.

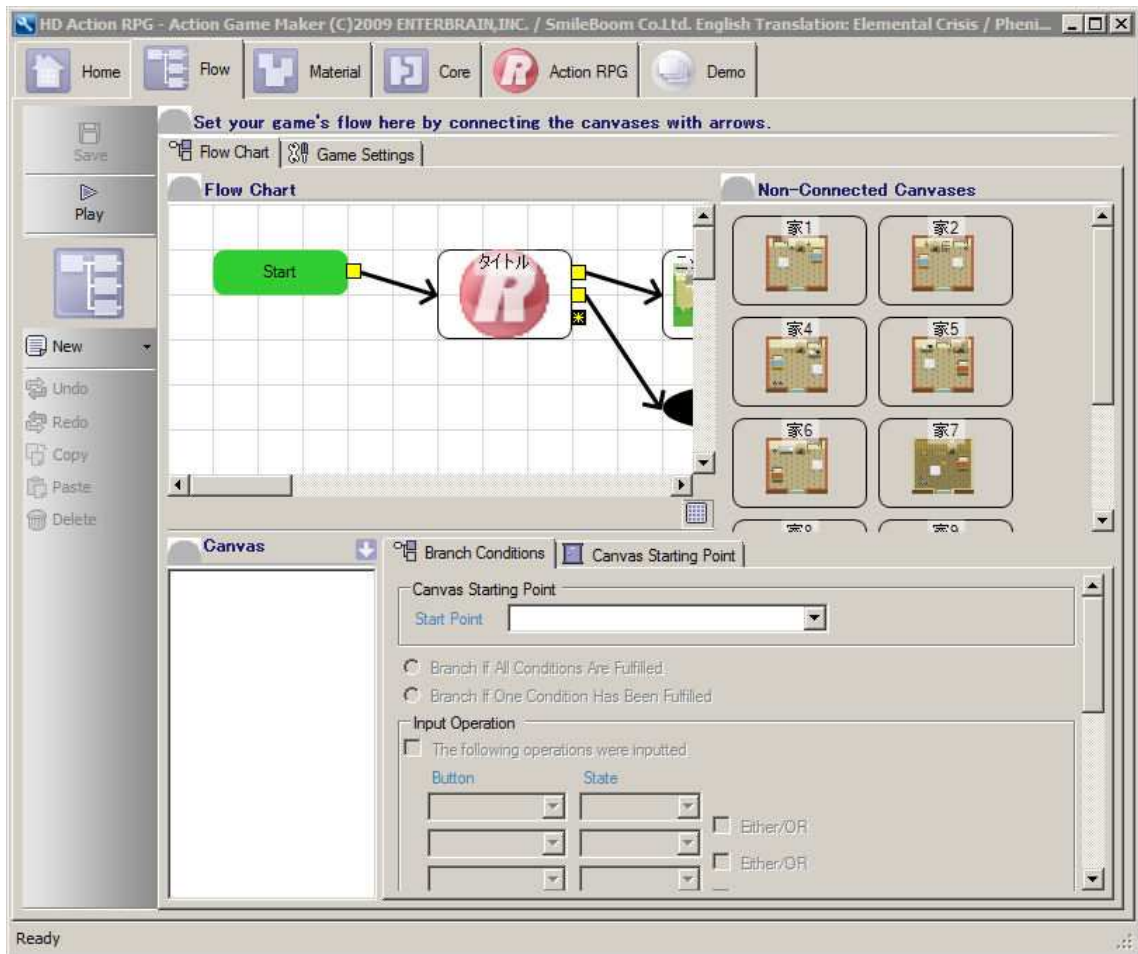


Ilustración 6: Editor de Action Game Maker al crear el diagrama de flujo del videojuego

5.4. FPS Creator

FPS Creator es un potente editor para crear juegos 3D, concretamente, para juegos en primera persona. Además, todo se hace de forma muy visual, con lo que no se tendrá que estudiar complejos manuales de programación.

FPS Creator pone a disposición del usuario habitaciones ya montadas, hasta todo tipo de texturas y pasillos para que pueda crear un completo nivel. Si se quiere un mayor detalle, se pueden poner muebles, ventanas o cuadros.

Para completar los diseños, se puede poner todo tipo de personajes a los que modificar sus aptitudes, además de poder cambiar focos de luces en paredes y techos.

En la ilustración 7 podemos ver como es la interfaz de este editor de videojuegos.

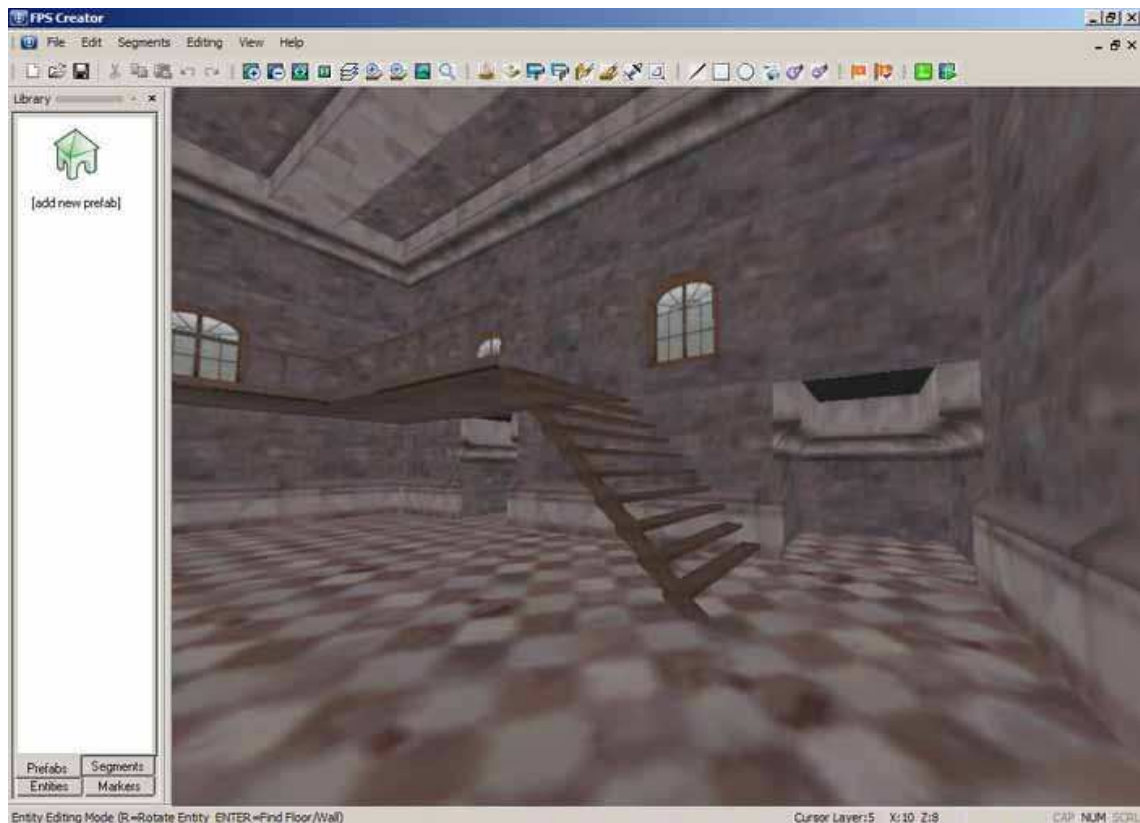


Ilustración 7: Action Game Maker al crear un mundo virtual 3D

5.5. <e-Adventure>

<e-Adventure> es una plataforma de videojuegos educativos, desarrollada por el grupo de investigación <e-UCM> de la Universidad Complutense de Madrid. Sus tres objetivos principales son:

- Reducción de los costes de desarrollo para juegos educativos.
- Incorporación de características educativas específicas en herramientas de desarrollo de juegos.
- Integración de los juegos resultantes con material educativo en el contexto de los Entornos Virtuales de Aprendizaje.

<e-Adventure> ofrece la posibilidad de crear videojuegos mediante su editor gratuito. Su interfaz nos permite crear videojuegos con gran facilidad y soporta la función de drag-and-drop para seleccionar todos los elementos que se necesite a la hora de crear videojuegos. Para personalizar los videojuegos, se puede poner todo tipo

de personajes, escenas, videos, conversaciones y otras características avanzadas que ofrece.

Las características que lo diferencian de los demás videojuegos, es que puede ser integrado en las principales plataformas educativas, como *Moodle™*, *Blackboard™* o *Sakai™* (Del Blanco, et al., 2009). Además nos ofrece la posibilidad de implementar técnicas de accesibilidad, sin mayores dificultades.

En la ilustración 8 podemos ver como es la interfaz de este editor de videojuegos.

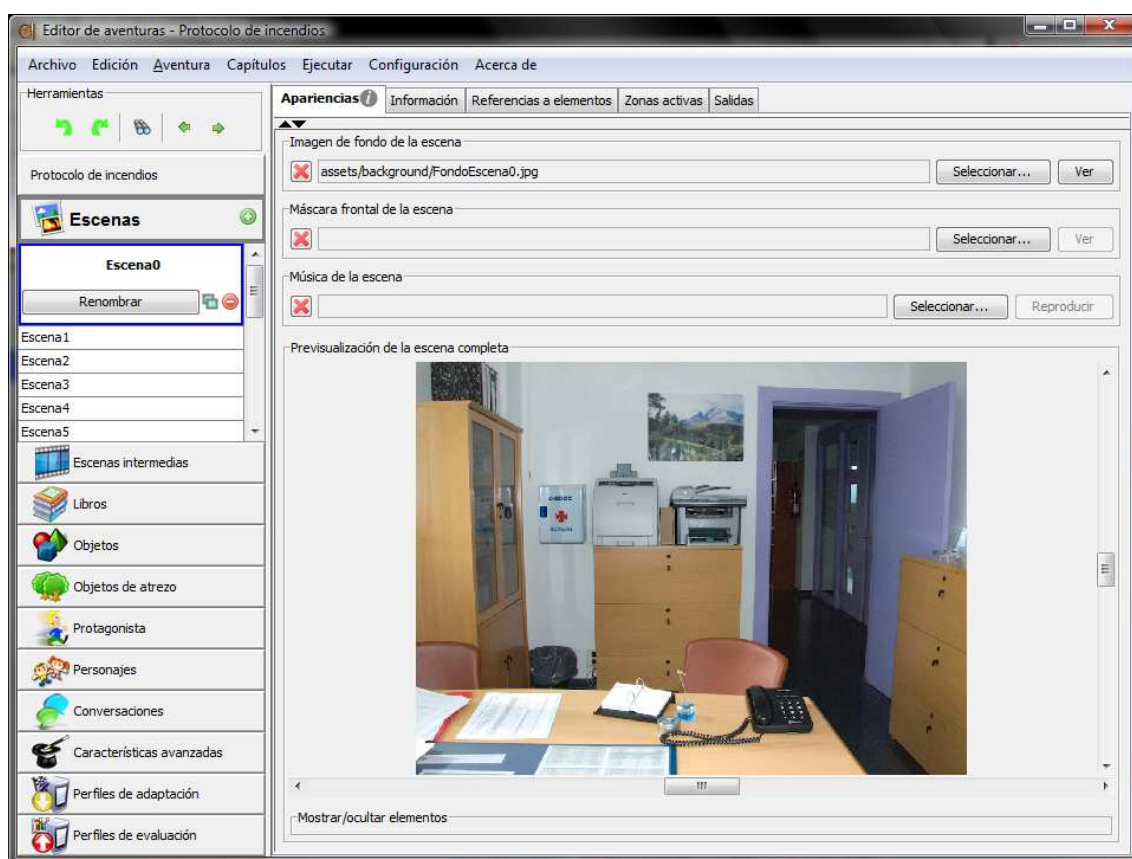


Ilustración 8: Editor de <e-Adventure> al crear una escena del videojuego de protocolo de incendios

6. CONTENIDOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES

En este capítulo se estudia las posibilidades de creación de contenido que ofrecen los dispositivos móviles, así como su adaptación y distribución.

6. Contenidos en dispositivos móviles

6.1. Introducción

Gracias al avance tecnológico que han sufrido los dispositivos móviles, se han incrementado los estudios en la adaptación y compartición de contenidos para dispositivos móviles.

Sin embargo, el uso de los dispositivos móviles para crear contenido, no ha explotado todas las características que brinda la tecnología móvil. A continuación se va a exponer las características que hacen interesante el uso de los dispositivos móviles para la creación de contenido. Se continuará con los métodos utilizados en la adaptación de contenido para los dispositivos móviles. Finalmente se enumeraran las posibilidades que ofrecen los dispositivos móviles para compartir contenidos y se expondrán las conclusiones del capítulo.

6.2. Creación de contenidos

Los dispositivos móviles, actualmente no están concebidos para la creación de contenidos. A nadie se le ocurriría escribir un documento, o crear una presentación desde el dispositivos móvil. Sin embargo, es posible aprovechar, las características de la tecnología móvil, y las funcionalidades multimedia de los dispositivos para la creación de contenidos.

En ese punto queremos dar una fundamentación a la afirmación anterior. Para ello, en el próximo punto se demuestra mediante la creación de un sistema que nos permite crear contenidos educativos en forma de videojuegos y a continuación se enumeran las características inherentes a los dispositivos móviles, que los hacen interesante para la creación de contenidos:

- **Dinámico:** el mundo evoluciona con gran rapidez, por ese motivo, no es válido el disponer de materiales desactualizados para crear contenido. La creación de contenidos mediante dispositivos móviles es dinámica pues el contenido que se obtiene con ellos, es actual y no está formado por viejas fuentes de información.

- **En cualquier lugar:** una de las características más importantes de la creación de contenidos mediante estos dispositivos es su movilidad. Proporciona acceso a recursos en cualquier lugar. Esto permite acelerar el proceso de creación dándole un abanico de posibilidades muy amplio de las cuales antes no se podía disponer. La mayoría de los contenidos se generan mediante el contexto en el que se mueve el usuario. Antiguamente, dado que no se disponían de estos dispositivos, multitud de eventos, o situaciones importantes de las que se puede crear contenido, se desaprovechaban.
- **En cualquier momento:** ya no tenemos horarios ni limitaciones para crear contenido. Antiguamente, sólo se podía crear contenidos una vez se hubiera recogido la información del exterior, y llegado al lugar de trabajo donde poder volcar esa información y crear contenido. De esta manera si la información o los datos recogidos no habían sido correctos, se tenía que volver al exterior para obtener de nuevo la información necesaria. Mediante los dispositivos móviles es posible, al mismo tiempo que se obtiene la información o los datos, crear el contenido. De esta manera, podemos corregir posibles fallos en la obtención de información, con lo que mejoramos el proceso de creación de contenidos.
- **Personalizable:** antiguamente no todo el mundo podía crear contenido. Por ese motivo, las personas no tenían la capacidad de personalizar el contenido, tenían que conformar con usar el contenido de otros, para sus necesidades. Mediante los dispositivos móviles, se pretende que todo el mundo sea capaz de crear contenido. De esta manera, cada uno podrá crear el contenido que desea y personalizarlo de acuerdo a sus necesidades o intereses, para así poder utilizarlo como el usuario necesite.
- **Colaborativo:** la creación de contenido ya no se centra en un individuo único. Todo el mundo puede colaborar en la creación de contenidos colectivos.

Adicionalmente los dispositivos móviles cuentan actualmente con numerosos sensores, que les hacen más interesantes para la creación de contenido. La cámara de fotos, la posibilidad de escribir información desde los dispositivos móviles o la información que nos ofrecen de la posición geográfica terrestre, permiten crear contenido de mayor calidad. Antiguamente era casi imposible crear contenido geoetiquetado, sin embargo hoy en día y gracias a los dispositivos móviles muchas

personas son capaces de crear este tipo de contenido. El geoetiquetado, es el proceso de agregar información geográfica en los metadatos de archivos de imágenes, videos, sonidos, sitios web, etc. Mediante el geoetiquetado, los usuarios pueden encontrar multitud de contenidos sobre un lugar específico.

Actualmente son pocas las aplicaciones que permiten crear contenido desde los teléfonos móviles. Además las aplicaciones que existen no están explotando todas las características que ofrecen los dispositivos móviles. Las aplicaciones más importantes para la creación de contenido mediante dispositivos móviles, son las aplicaciones pertenecientes al campo de las redes sociales y al campo de los contenidos compartidos como wikipedias o blogs.

Las aplicaciones más importantes para creación de contenido desde los dispositivos móviles son facebook, twitter y flickr, entre otras. Estas aplicaciones aprovechan las capacidades multimedia del teléfono móvil y la características tecnológicas del teléfono móvil. En cualquier lugar, en cualquier momento y de forma personalizada, podemos subir una fotografía realizada con nuestro teléfono móvil, a nuestro perfil, en la cual otros usuarios podrán escribir sus opiniones.

A continuación se analizan de los diferentes métodos de adaptación de contenido para los dispositivos móviles.

6.3. Adaptación de contenidos

En la adaptación de contenido para los dispositivos móviles intervienen dos aspectos fundamentales del proceso de adaptación: por un lado, la funcionalidad de los contenidos, y por otro lado el control de la navegación de los mismos.

Actualmente no existe ningún estándar común que facilite la adaptación de contenido para los dispositivos móviles. Existen diferentes plataformas para los dispositivos móviles, de las cuales las más importantes en el mercado son: *Android*, *iOS*, *Blackberry OS*, *Symbian* y *Windows Phone*.

Los principales lenguajes de programación para desarrollar aplicaciones para los dispositivos móviles son Java, C++ y Flash. C++ probablemente es el más potente, sin embargo, su punto débil reside en la complejidad del lenguaje. Java, es el más utilizado, debido a que es el lenguaje que reside en la mayoría de las plataformas para los dispositivos móviles, sin embargo, su compatibilidad no garantiza que funcione perfectamente para todos los dispositivos, pues cada uno tiene unas características diferentes. Flash, destaca en la rapidez y sencillez de su proceso de desarrollo, en comparación con los demás lenguajes. Nos ofrece la posibilidad de crear aplicaciones

rápidamente y de forma sencilla, con el mejor resultado posible. A diferencia de Java, es capaz de funcionar en todos los dispositivos móviles sin necesidad de atender a sus características.

Sony Ericsson ha logrado obtener el mayor éxito comercial de Flash, mediante su proyecto Capuchin. Este proyecto combina la tecnología Flash con el lenguaje Java, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones móviles. De esta manera se mezcla la riqueza gráfica de Flash con la universalidad de Java.

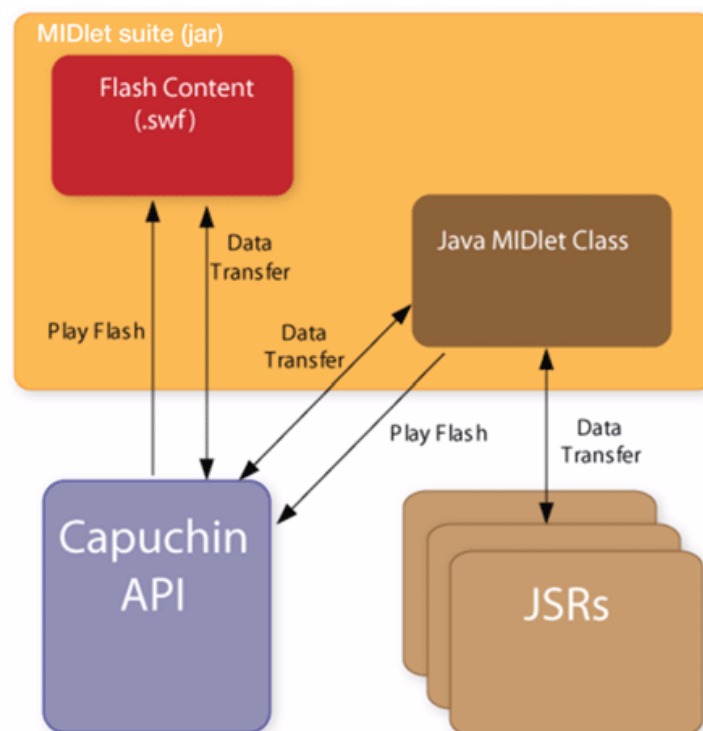


Ilustración 9: Proyecto Capuchin

Como podemos ver en la ilustración 9, mediante la API de Capuchin, podemos empaquetar una aplicación hecha en Flash como si se tratase de un archivo Java, o en menos medida, utilizar Flash para crear la interfaz de una aplicación Java. Aunque es un proyecto de Sony Ericsson, se trata de un proyecto abierto, compatible con dispositivos de otras marcas.

Uno de los principales objetivos a la hora de diseñar aplicaciones, es el crear interfaces intuitivas y fáciles de manejar. En el caso de los dispositivos móviles, las interfaces es un objetivo muy importante. La usabilidad en este tipo de dispositivos, es la clave para el éxito comercial. La usabilidad es un atributo de calidad, que nos indica como de fácil es utilizar algo. Más específicamente, se refiere a la rapidez con la que un individuo aprende a utilizar algo, a la eficiencia con la que funciona cuando se usa, a la

facilidad de memorizarlo, y a cuantos usuarios les gusta utilizarlo. Si los usuarios no pueden o quieren utilizar una funcionalidad, es como si no existiera (Nielsen, 1993).

El diseño de una interfaz de calidad es muy complicado. Si se tuviéramos que resumir todas las dificultades y quisiéramos expresarlas en una sola, diríamos que las personas son el problema: se distraen fácilmente, su sentido de la vista no es perfecto, la coordinación locomotora puede variar significativamente dependiendo del usuario, etc (Gimenez et al., 2009).

El contexto es otro de los conceptos más importantes a la hora de diseñar interfaces para dispositivos móviles. El contexto en el que se va a usar una aplicación y como va a interactuar con ella, es un punto clave. Un buen diseño implica un análisis previo de este concepto.

El hecho de adaptar contenido al teléfono móvil, no basta con disminuir el tamaño del mismo, se necesita de una nueva distribución del mismo de acuerdo con las características del dispositivo. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los dispositivos móviles, es esencial encontrar un método que informe de las capacidades que posee cada dispositivo que se conecte a nuestro sistema. De este modo es posible elegir los objetos que se le pueden mostrar.

Existen diversos métodos para detectar las capacidades y características de los dispositivos móviles. El primer método empleado ha sido utilizar la información que se transporta en las cabeceras HTTP (HyperText Transfer Protocol). Este método ofrece poca información y empieza a estar en desuso con la aparición de tres métodos adicionales: el Composite Capabilities/Preferences Profiles (CC/PP) de W3C (World Wide Web Consortium), el estándar WAP User Agent Profile (UAPROF) y el Wireless Universal Resource File (WURFL).

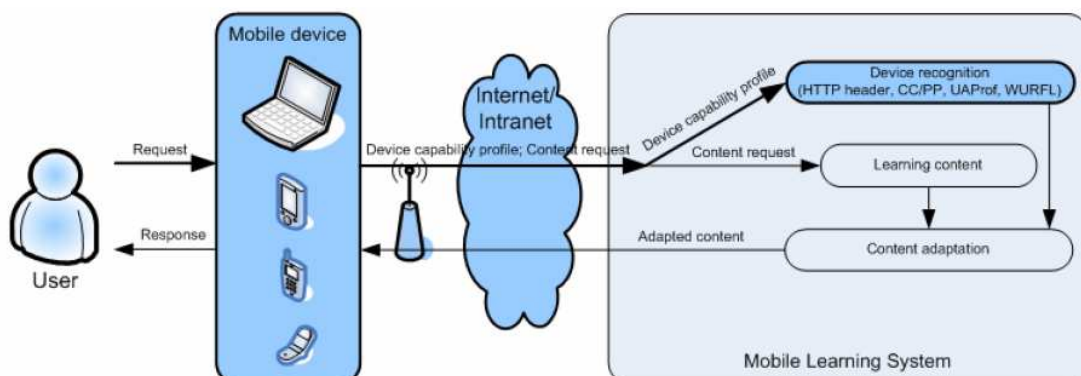


Ilustración 10: Módulo de adaptación

En la ilustración 10 podemos ver como se debe de incluir un módulo adicional en el sistema para que sea capaz de adaptar el contenido al dispositivo móvil. Para ello, este modulo se encarga de realizar un reconocimiento de las características del dispositivo móvil a la hora de recibir una petición del mismo. En función de los formatos que puede mostrar el dispositivo, envía los contenidos adecuados a las características del mismo (Georgieva, 2007).

A continuación se estudiarán las diferentes técnicas ofrecidas por los dispositivos móviles para la compartición de contenidos.

6.4. Compartición de contenidos

Actualmente los dispositivos modernos cuentan con tecnologías que dotan al terminal de múltiples opciones de conectividad. A continuación presentamos las diferentes tecnologías que poseen los dispositivos móviles, para comunicarse y compartir contenidos:

6.4.1. Bluetooth

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura baja y basados en transceptores de bajo coste. Sigue la especificación industrial 802.15 del IEEE.

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

Existen diferentes versiones de la especificación de Bluetooth. La última versión definida es capaz de llegar a velocidades de 24 Mbps.

6.4.1. Wi-Fi

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance, organización comercial encargada de adoptar, probar y certificar que los equipos cumplen con los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Existen diferentes estándares aprobados para la tecnología Wi-Fi la cual trabaja en la frecuencia de los 2,4 GHz y permite conexiones de hasta 300 Mbps por segundo. Algunas versiones también pueden operar a la frecuencia de 5 GHz.

Para garantizar la seguridad de estas conexiones existen diferentes protocolos que cifran los datos enviados: WEP, WPA y WPA2 son algunos de ellos.

6.4.1. GPRS, UMTS, HSPA y LTE

GPRS, UMTS, HSPA y LTE son tecnologías para la transmisión de datos. Permiten a los dispositivos móviles conectarse a Internet. La diferencia más significativa entre estas tecnologías son la velocidad de transmisión que ofrecen: GPRS ofrece no más de 144 Kbps, UMTS es capaz de llegar a los 7 Mbps, HSPA llega a 14 Mbps y LTE ofrece velocidades pico de hasta 326 Mbps.

Cada una de estas tecnologías, han definido las diferentes generaciones de los dispositivos móviles. GPRS con GSM la segunda generación, UMT la tercera generación, HSPA es denominada como la 3,5 generación y LTE como la cuarta generación.

6.5. Conclusiones

Se han estudiado las características que hacen interesante el uso de los dispositivos móviles para la creación de contenido. Se han visto los métodos utilizados en la adaptación de contenido para los dispositivos móviles. Finalmente se han enumerado las posibilidades que ofrecen los dispositivos móviles para compartir contenidos.

Después de todo este estudio, podemos concluir que gracias al avance tecnológico que han sufrido los dispositivos móviles, cada vez se incrementa más su campo de acción. Antiguamente los dispositivos móviles sólo servían para hablar, sin embargo hoy en día las funcionalidades que nos ofrecen son casi ilimitadas. Sin embargo el uso del teléfono como medio para crear contenido está aún sin explotar.

Muchos procesos de creación de contenido podrían acelerarse si se utilizasen en su creación estos dispositivos. Gracias a ellos, podemos detectar posibles fallos a la hora de la obtención de la información del exterior y corregirla en el momento.

A continuación y para aprovechar las características que confieren la tecnología móvil a sus aplicaciones, en el siguiente capítulo se describe el desarrollo del editor de <e-Adventure> para la plataforma *Android*.

7. – EDITOR <e-ADVENTURE> PARA ANDROID

En este capítulo nos introduce en los conceptos de la interacción entre usuario-ordenador y de su extensión para los dispositivos móviles. Continúa con la explicación de las técnicas de adaptación del editor de <e-Adventure> utilizadas y finaliza con una conclusión de la misma.

7. Editor <e-Adventure> para *Android*

7.1. Introducción

Como se ha detallado en el punto anterior la plataforma escogida para adaptar el editor de <e-Adventure> es *Android*. Aunque el editor original ha sido desarrollado en Java, no se ha podido reutilizar el código del editor de <e-Adventure>, pues el contexto para el que había sido desarrollado es completamente diferente.

En un primer estudio, de cómo adaptar el editor de <e-Adventure> a *Android*, se pensó en crear las mismas ventanas y los mismos menús que en el editor original. Sin embargo, esta decisión fue inviable, pues no se tuvo en cuenta los desafíos de interacción presentes en los dispositivos móviles.

Posteriormente, y atendiendo a los desafíos presentados por la interacción entre la persona y el dispositivo móvil se rediseñó el editor <e-Adventure> para *Android*.

Antes de comenzar con la adaptación del editor, se realizará un breve estudio de la importancia de diseñar aplicaciones teniendo en cuenta la interacción entre la persona-ordenador. A esta disciplina que estudia la interacción persona-ordenador, se le denomina HCI (Human Computer Interaction).

7.2. Interacción persona-ordenador (HCI)

La disciplina que estudia cómo se realiza la comunicación entre el ser humano y las máquinas es la HCI (Human-Computer Interaction). Esta disciplina es considerada como la intersección de diferentes áreas del conocimiento como la informática, la psicología cognitiva, la sociología, la ingeniería de diseño y la lingüística, entre otras (Marcos, 2001). Por ello, la HCI estudiará (Booth, 1989):

- El hardware y el software y cómo afectan a la interacción.
- Los modelos mentales de los usuarios frente al modelo de la máquina.
- Las tareas que desempeña el sistema y su adaptación a las necesidades del usuario.

- El diseño, que debe estar dirigido al usuario y no a la máquina (user-centred design).
- El impacto organizacional, que deberá ser positivo.

Aunque la investigación en esta disciplina es complicada, es necesario investigar todos los aspectos anteriores con el fin de diseñar sistemas que sean efectivos, eficientes, sencillos, que eviten los posibles errores y amenos a la hora de utilizarlos.

Para ello, la interfaz de usuario está constituida por una serie de dispositivos, tanto físicos como lógicos, que permiten al hombre interactuar de una manera precisa y concreta con un sistema. De esta forma, la interacción se relaciona con el diseño de sistemas para que las personas puedan llevar a cabo sus actividades productivamente con unos niveles de “manejabilidad”, “usabilidad” o “amigabilidad” suficientes. Esto se concreta en términos de simplicidad, fiabilidad, seguridad, comodidad y eficacia.

Los problemas que se plantean a la hora de diseñar un sistema de HCI pueden analizarse desde diversos puntos de vista: desde las implicaciones para la salud de la persona hasta la eficiencia y la productividad que se consigue con su uso, pasando por el punto de vista social y organizacional (Marcos, 2001).

Existen por tanto diversos factores que hay que considerar en la HCI y que además están interrelacionados entre sí:

- Factores físicos que repercuten en la salud del usuario. Un mal diseño del sistema puede producir estrés, dolor de cabeza, tensión muscular y dolores óseos. Estas consecuencias, están a menudo relacionadas con factores de comodidad o ergonomía (asientos, disposición de los equipos) y medioambientales (ruido, luz, ventilación, temperatura).
- Factores psicológicos de los usuarios. Los procesos cognitivos de cada persona, su capacidad personal y el nivel de experiencia en el uso de sistemas informáticos en general o de uno en concreto, así como la motivación y el gusto por un sistema determinado, harán que aumente o disminuya la satisfacción en su manejo.
- Factores de diseño del sistema. Los dispositivos de entrada y salida, las estructuras de diálogo, el uso de colores, iconos e imágenes, la posibilidad de comunicarse con el sistema en lenguaje natural, las nuevas interfaces en tres dimensiones, animan al usuario a usar el sistema o le hacen sentir un rechazo al no sentirse cómodos con la interacción. También hay que considerar la complejidad de las tareas que deben realizarse, si se desconocen por ser nuevas, si son

repetitivas, si están guiadas, ya que favorecerán o perjudicarán el uso del sistema.

- **Factores organizativos.** La política de trabajo de la empresa, la manera de organizar las tareas y los roles de las personas que pertenecen a la institución influyen en el modo de utilizar los sistemas y en la satisfacción de los usuarios. Las imposiciones en los costes, el tiempo, el presupuesto, el personal y equipamiento disponible también afectan a las personas.

Todos estos factores repercuten en la productividad, entendida como el aumento o disminución de los resultados y de la calidad, de los costes, de los errores, del tiempo de producción y de las ideas creativas e innovadoras para nuevos productos. Por este motivo, las empresas se interesan cada vez más en que los sistemas con los que interactúan sus empleados sean adecuados a sus necesidades y se encuentren a gusto al manejarlos.

A continuación, veamos que aporta cada disciplina al campo de la HCI:

- **Informática.** Proporciona a la HCI los conocimientos sobre las capacidades de la tecnología y la forma de aprovecharlas. Los informáticos diseñan técnicas de lenguaje de programación de alto nivel, sistemas de gestión de interfaces de usuarios y sus entornos de diseño, entre otras herramientas. También desarrollan teorías de arquitectura de sistemas y métodos de análisis acerca del diseño e incorporación de la HCI a los sistemas.
- **Ingeniería y diseño.** La ingeniería toma los descubrimientos de la ciencia y los aplica a la producción de sistemas, y su mayor influencia en la HCI se da en la ingeniería de software. El diseño contribuye con su conocimiento y creatividad a esa producción y se utiliza sobre todo en el desarrollo de interfaces gráficas.
- **Psicología cognitiva.** Se ocupa de estudiar el comportamiento humano y el proceso mental que conlleva. En esta disciplina el proceso de información integra todo lo que se percibe por los sentidos y es interpretado. En HCI es muy importante atender a aspectos como la percepción, la atención, la memoria, el aprendizaje, el pensamiento y la resolución de problemas. En los inicios de estos estudios —años 60 y 70— uno de los focos de interés era saber cuánta información podía procesar y recordar el hombre al mismo tiempo; hoy en día la

investigación se centra más bien en el modo de trabajo de las personas con los demás y con las máquinas.

- **Ciencias sociales.** Tradicionalmente han estado más ligadas a las tecnologías de la información que al diseño de sistemas informáticos, ya que estudiaban las implicaciones de las nuevas tecnologías en la sociedad; ahora emplean sus métodos al diseño y la evaluación de sistemas. Uno de ellos es la etnometodología, que a diferencia de la psicología cognitiva, no asume un modelo a priori de lo que ocurre cuando las personas usan un sistema informático, sino que analiza el comportamiento real de esas personas al comunicarse con el sistema. Otra aplicación de los métodos de las ciencias sociales a la HCI ha sido el estudio del trabajo cooperativo con ordenadores (el computer supported cooperative work o cscw) (Castillo, 1999) para lograr optimizar el hardware y el software al compartir recursos.
- **Ergonomía o factores humanos.** Esta disciplina, llamada ergonomía en Europa y factores humanos en EUA, nació durante la Segunda Guerra Mundial con el objetivo de diseñar armamento militar cómodo de usar. En los años 60 comenzaron a llevarse estos estudios al ámbito de la informática para el diseño de interfaces en pantalla. Se basa en realzar la calidad de nuestro uso de los objetos, en maximizar la comodidad y la eficiencia para hacer más fáciles las tareas y aumentar el confort y la satisfacción. Para mejorar la HCI se ha centrado especialmente en el hardware (monitores, teclados, ratones, etc.), si bien también trata aspectos de software que afectan a la psicología, como es la legibilidad en pantalla.

La Organización Internacional de Normalización (ISO)⁴ ha asignado a varios comités la elaboración de normas sobre ergonomía: el TC159 se ocupa de ergonomía en general y dentro de éste se encuentran cuatro subcomités:

- El TC159/SC1, que trata los principios de la ergonomía y consta a su vez de tres grupos de trabajo: el WG1, que estudia el diseño de los sistemas de trabajo, el WG2 para el trabajo mental y el WG3 para la terminología.

⁴ Página web de la Organización Internacional de Normalización: <http://www.iso.org>

- El TC159/SC3, que se ocupa de la antropometría y de la biomecánica.
- El TC159/SC4, sobre la ergonomía del entorno físico, también cuenta con diferentes grupos de trabajo, entre los cuales destacamos el WG5 que trata del diseño centrado en el hombre y los sistemas interactivos.
- El TC159/SC5, está especializado en la ergonomía de la interacción hombre-máquina.

El resultado más notable por el momento ha sido la norma ISO 9241, dedicada a normativas sobre diseño.

- **Lingüística.** La aplicación de las teorías lingüísticas a la HCI permite dotar a las interfaces en lenguaje natural de una sintaxis y una semántica. Se utiliza también en inteligencia artificial. Una actividad más concreta que trata de la automatización de diversos aspectos lingüísticos es la denominada industria de la lengua, que surge del procesamiento automático del lenguaje natural y está fuertemente vinculada con la inteligencia artificial. Dentro de estos estudios se investiga la generación y la síntesis de voz, los sistemas de indización automática, los sistemas terminológicos y los de traducción por ordenador.
- **Inteligencia artificial (IA).** Trata del diseño de programas informáticos inteligentes que simulan aspectos del comportamiento humano, especialmente en la resolución de problemas. En HCI se ha aplicado para desarrollar sistemas expertos con interfaces inteligentes. Como se decía anteriormente, hay una implicación directa de la lingüística porque se utiliza el lenguaje natural como modo de comunicación entre el hombre y el sistema.

Actualmente una extensión importante de la HCI es la que se dedica a la interacción con dispositivos móviles. En el punto siguiente se tratará esta extensión, ya que es de especial interés para nuestro trabajo.

7.2.1. Interacción con dispositivos móviles

En la última década ha habido un aumento de la HCI debido a la proliferación de las tecnologías móviles. En estas tecnologías se incluyen los teléfonos móviles, las PDA, las unidades de GPS, las cámaras digitales, los relojes inteligentes, entre otros. También hay dispositivos híbridos, que combinan más de dos unidades tecnológicas de las anteriores mencionadas. Es el caso de los teléfonos móviles, que es el dispositivo móvil por excelencia en donde se intenta agrupar todas las unidades tecnológicas posibles. Con la llegada de estos dispositivos, han aumentado las investigaciones de la HCI en cuanto a técnicas de escritura, manejadores de navegadores web, interfaces móviles adaptativas, interfaces para controlar los dispositivos de sobremesa, dispositivos sensoriales, y numerosas aplicaciones móviles.

La mayoría de los estudios se han centrado principalmente en los siguientes puntos: adaptar el contenido a las pantallas pequeñas de los dispositivos móviles, hacer dispositivos móviles más pequeños, diseñar mecanismos de entrada más eficaces, o establecer comunicaciones más estables, entre otras.

Los dispositivos móviles nos ofrecen una mayor capacidad de interacción que la que nos ofrecen los ordenadores de sobremesa. Cuenta con una serie de capacidades multimedia importantes: reproducción de sonido y video, cámara de fotos, sensores de posicionamiento terrestre, entre otras. Estas capacidades hacen posible una mejor y mayor posibilidad de comunicación con los dispositivos, lo que hace que sea más cómodo y fácil para los usuarios.

Sin embargo, hay que tener en cuenta los contextos de uso de los dispositivos móviles, pues estos son mucho más variados que los contextos de los ordenadores de sobremesa. Por ejemplo, una persona utilizando el teléfono móvil en la playa puede tener problemas para leer la pantalla debido al resplandor del sol, mientras que un usuario en una zona nevada, debido a los guantes es incapaz de pulsar con precisión las teclas o utilizar el lápiz óptico del móvil. La HCI tiene que tener presente los diferentes contextos en los que se va a poder utilizar los dispositivos móviles, dado que lo que se pretende es que el usuario se sienta cómodo en todos los contextos. Dado que en un laboratorio es difícil reproducir el entorno en donde se van a mover los dispositivos móviles, se suele hacer uso de experimentos empíricos fuera del laboratorio (Roto y Oulasvirta, 2005).

Actualmente es posible crear dispositivos e interfaces que se ajusten automáticamente a los impedimentos del contexto en el que se mueve (Hinckley et al., 2000). Esta adaptación se realiza gracias a los sensores que actualmente llevan los dispositivos móviles (sensores de luz, posicionamiento, voz, temperatura, etc.). Un dispositivo móvil puede medir ciertos factores de su entorno como la luminosidad,

temperatura, velocidad al caminar, ruido ambiental, etc. y ajustarse automáticamente a ellos. Por ejemplo, un dispositivo que detecta bajas temperaturas, que la persona está caminando rápido y que hay poca luminosidad. El dispositivo podría ajustarse automáticamente para ajustar el contraste de la pantalla, encender la luz de fondo, y aumentar el tamaño de la letra y los botones, para que no sea necesario utilizar el *stylus*. Si detectase ruido de fondo, podría elevar su volumen y activar la vibración del dispositivo. En definitiva, si conocemos los impedimentos que envuelven a los dispositivos, podremos ofrecer mejoras en la accesibilidad y a la adaptación de las interfaces de usuario.

La HCI en los dispositivos móviles, no se ha explotado completamente y por ello se están desarrollando numerosos estudios sobre el tema. Hoy en día, los dispositivos móviles sufren de unas tediosas técnicas de escritura, de una baja resolución en sus pantallas, de letras ilegibles y confusas interfaces gráficas. Además de estudiar en cómo solucionar estos problemas, es la oportunidad de pensar en una nueva manera de trabajar con una plataforma totalmente diferente a la de los equipos de sobremesa.

El lugar más apropiado para poner en marcha los estudios sobre el tema, es África, donde la proliferación de los teléfonos móviles es enorme. Además, sus estudiantes podrían tener la oportunidad de cursar una educación computarizada, mediante los dispositivos móviles. Sin embargo, antes habría que investigar alguna de las siguientes preguntas: ¿Cómo pueden ser utilizados los teléfonos móviles para la educación en clase si los estudiantes nunca han visto un ordenador de sobremesa? ¿Qué tipo de aplicaciones se podrían desarrollar para ayudar a los niños a aprender matemáticas, ciencia, o lectura? ¿Cómo puede interaccionar un profesor lleno de alumnos con teléfonos móviles? El reconocimiento y los sintetizadores de voz, junto con las redes de corto alcance, podrían ofrecer nuevas oportunidades educativas, para las aulas de África.

Según Dunlop y Brewster (2002), la HCI en los dispositivos móviles presenta los siguientes cinco desafíos de diseño:

- 1. Diseñando para la movilidad:** se tiene que tener en cuenta que los usuarios que utilicen los dispositivos móviles, no van a tener muchos de los recursos de los que disponen para apoyar su trabajo cuando están en su entorno de trabajo. Es más muchas veces el entorno en el que se van a mover cuando vayan a utilizar los dispositivos móviles, van a perturbar la atención del usuario pues se van a ser cambiantes según se vaya moviendo el usuario. Además hay que tener presente los recursos computacionales y de memoria de los dispositivos móviles así como el tamaño de sus pantallas.

2. **Diseñando para una población general:** muchas personas no van a tener los conocimientos técnicos deseados. Por ese motivo se debe de tener en cuenta este punto, para diseñar aplicaciones que todo el mundo sea capaz de usar sin necesidad de tener algún conocimiento técnico previo. El diseño de aplicaciones intuitivas es fundamental.
3. **Diseñando para una E/S limitadas:** Las pantallas de los dispositivos podrán mejorar su resolución o profundidad de color, pero lo que nunca van a poder mejorar es el tamaño de sus pantallas, pues perderían su carácter de movilidad que necesitan. Por ese motivo se tiene que tener en cuenta que los elementos de interacción sean de un tamaño apropiado para que el usuario no se sienta incomodo.
4. **Diseñando para una información incompleta y cambiante:** Los dispositivos móviles incorporan sensores que nos dan una información cambiante y a veces limitada. Es el caso de los sensores de posicionamiento, ya que en algunos momentos no podrán ofrecernos información de nuestra posición, y en otros esa información ira cambiando según nos vayamos moviendo. Por ese motivo, hay que tener en cuenta a la hora de diseñar aplicaciones que interactúen con estos sensores, que nos pueden dar información cambiante e incompleta.
5. **Diseñando para usuario multitarea:** La interrupción de tareas en los dispositivos móviles es mucho más alta que en los ordenadores de sobremesa. Por este motivo, deberemos tener presente que en cualquier momento, nuestra tarea puede ser interrumpido y deberemos anticiparnos a ese momento para que nuestra aplicación no falle.

A continuación se detallarán las técnicas utilizadas para la adaptación del editor de <e-Adventure> a dispositivos con plataforma *Android*.

7.3. Técnicas de adaptación utilizadas

7.3.1. Estructura y limitación de la profundidad de ventanas

En una primera adaptación al editor de <e-Adventure>, se pensó en utilizar los mismos menús y las mismas opciones que en el editor original. Dado que en el teléfono móvil no se dispone del mismo tamaño de pantalla que en los ordenadores de escritorio, los menús y las opciones tenían que estar distribuidas en diferentes pantallas.

Sin embargo en esta primera versión no se tuvo en cuenta que el contexto en el que se van a mover los usuarios cuando utilicen la aplicación iba a limitar su atención, tal y como hemos explicado en el punto anterior. Esto provocaba que el usuario después de haber navegado por pantallas con una cierta profundidad, se perdiera y no recordase que es lo que estaba haciendo.

Para ello, se pensaron en nuevas formas de mostrar la información y de aprovechar las características ofrecidas por el sistema operativo *Android*. Lo primero que se cambió es el nivel de profundidad de las ventanas de la aplicación. Para ello se limitó a tres el máximo número de niveles de profundidad que podía haber. Con esto se consigue una mayor amigabilidad de la aplicación, pues consigue que el usuario no tenga que invertir mucho esfuerzo para saber donde se encuentra y que es lo que está haciendo.

Un videojuego diseñado por el editor de <e-Adventure> está formado por capítulos. Normalmente casi todos los videojuegos están compuestos por un único capítulo. Por ese motivo se tomó la decisión de no permitir al usuario crear capítulos. De esta manera el editor para *Android* considera que todas las escenas que se cree el usuario para un videojuego, pertenecen al mismo capítulo. Esto simplifica el proceso de creación del videojuego, además de reducir en un nivel de profundidad todas las ventanas de la aplicación.

Dentro de los capítulos de los videojuegos de <e-Adventure> existen escenas y elementos, los cuales van a ser referenciados dentro de las escenas. Dentro de la escena existen salidas a otras escenas o zonas activas que nos van a llevar a otras escenas. El concepto de salidas y zonas activas son muy parecidos, con la diferencia de que sobre las zonas activas se puede realizar alguna acción y sobre las salidas solo se puede salir. En nuestra adaptación no se van a poder crear zonas activas, ya que el

efecto que se consigue con las salidas es el mismo. Esto ayuda al usuario en la creación de los videojuegos, pues no es confundido con conceptos no intuitivos.

Se ha tomado la decisión de que todos los elementos que se vayan a crear se deben de crear desde una escena determinada, ya que no tiene sentido crear un elemento que no se vaya a referenciar nunca desde una escena. Una vez que se haya creado el elemento y si este elemento tiene la propiedad de ser compartido con otras escenas, será visible para el resto de escenas del capítulo. Existen elementos que no pueden ser compartidos por otras escenas como las salidas de escena. La estructura de ventanas de la aplicación se muestra en la ilustración 11.

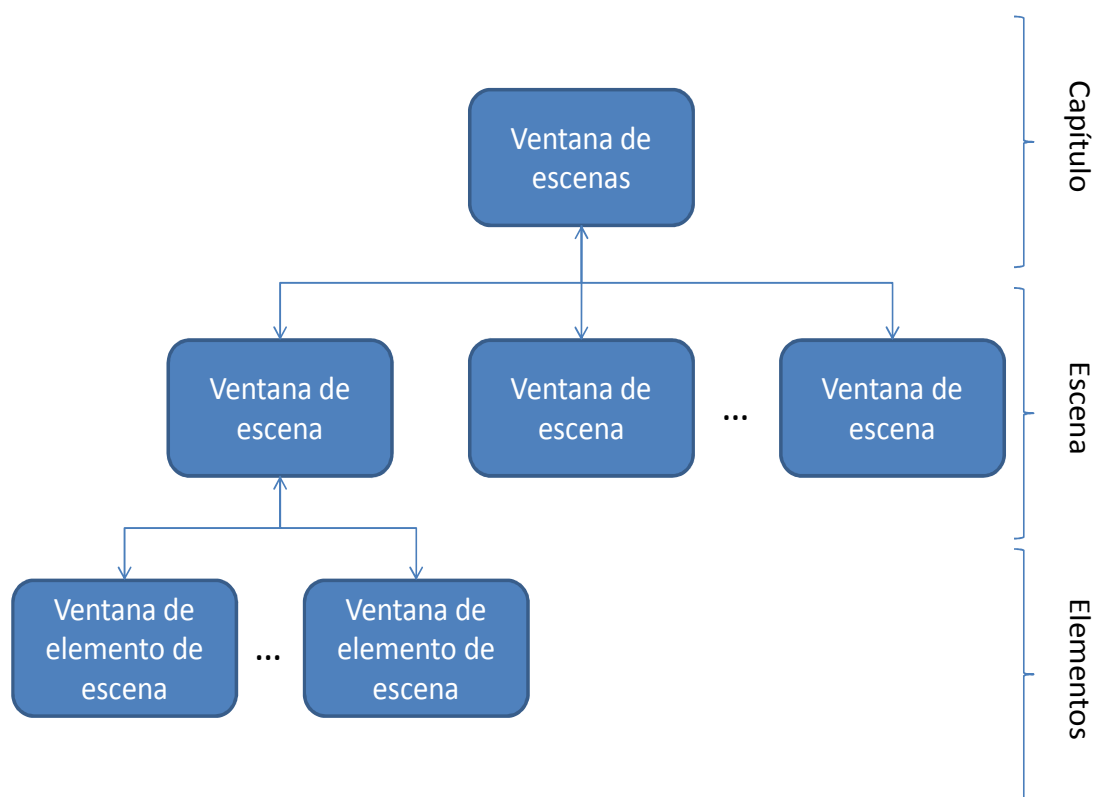


Ilustración 11: Estructura de niveles de ventanas del editor de videojuegos

Gracias a que el usuario sólo se va a poder mover por ventanas en donde su profundidad nunca va a ser mayor que tres, no va a tener dificultad a la hora de saber donde se encuentra y que es lo que está haciendo. Debido a la sencillez en la estructura de ventanas en el editor, el usuario no va a necesitar casi nada de tiempo en

aprender a moverse por las ventanas, siendo esta aplicación muy intuitiva desde la primera utilización.

A continuación se muestra en la ilustración 12 el primer nivel de ventana que permite navegar a cualquier escena del videojuego:



Ilustración 12: Escenas del videojuego del protocolo de incendios

Si se pulsa sobre una escena se puede navegar al siguiente nivel de profundidad. En la ilustración 13, se puede ver los elementos que contiene la ventana de escena del rellano:



Ilustración 13: Escena del rellano del videojuego del protocolo de incendios

En este caso se puede observar que la escena seleccionada tiene dos salidas de escena. La información tiene que llegar al usuario de una forma clara y sencilla. En este caso mediante un sistemas de código de colores podemos indicar al usuario, la existencia de alguna salida de escena que no tiene escena asociada. Por ejemplo, si en esta escena nos creásemos una nueva salida de escena y no le asociásemos una escena de salida en concreto se vería como en la ilustración 14:

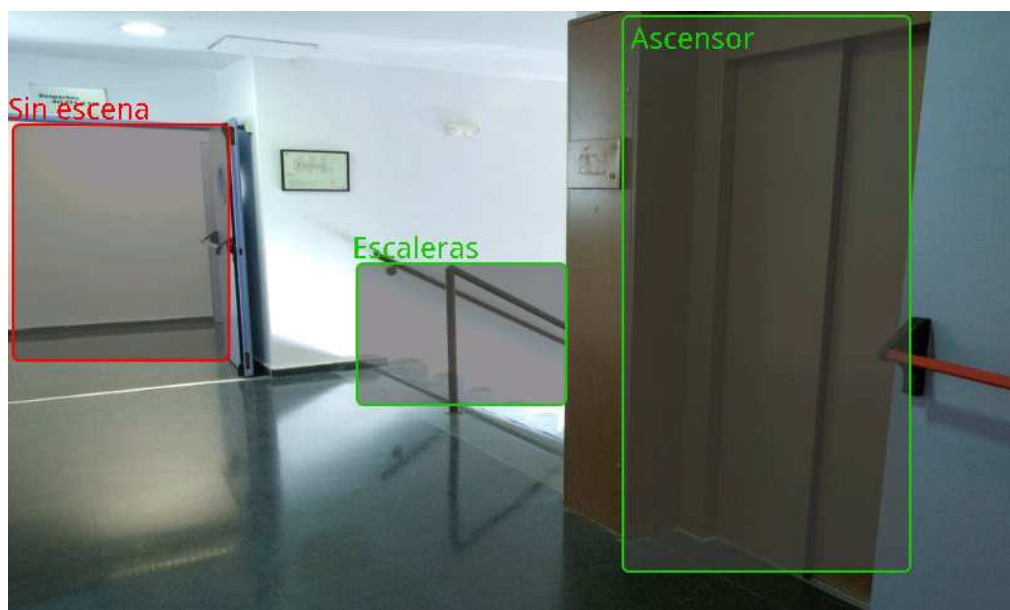


Ilustración 14: Salida sin escena asignada

Si el usuario se crea un nuevo elemento en la escena o modifica un elemento existente, navegaríamos hacia el último nivel de profundidad de la aplicación. En este caso la ventana hacia la que navegamos depende del elemento con el que estemos trabajando. Por ejemplo, si lo que se quiere es recortar el fondo de la escena se visualizará la ventana que muestra la ilustración 15:

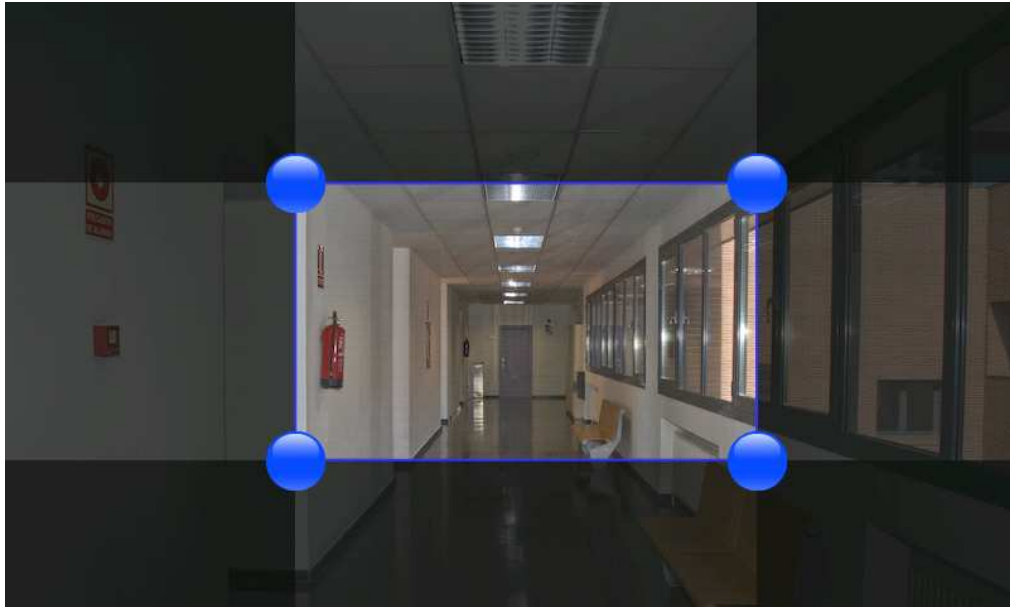


Ilustración 15: Elemento de escena. Recortar fondo de la escena

Como se puede ver la navegación en las ventanas de la aplicación se pretende que sea sencilla e intuitiva. Esto se consigue por haber creado una estructura del editor sencilla, adaptable y lo más importante extensible, ya que dependiendo de los elementos que se quiera incorporar a la escena, tendrán consigo una ventana asociada a ellos para configurar ese elemento. En la estructura de la aplicación la hemos denominado ventana de elemento de escena. Aunque el propósito de esta tesis no es implementar todas las funcionalidades del editor original de <e-Adventure>, se ha pensado en una estructura extensible, para que en un futuro se puedan implementar todas sus funcionalidades.

En *Android* es posible ocultar la barra de tareas que se visualiza en la parte superior de la ventana y que nos da información sobre la hora y el estado de las aplicaciones. En la aplicación se ha determinado ocultar la barra de tareas en las ventanas en las que se está trabajando con la escena, puesto que el usuario necesita ver una aproximación fiable de cómo va a ser el resultado final.

A continuación se explica los elementos ofrecidos por el sistema operativo *Android*, que se han utilizado en la creación del editor

7.3.2. Menús de pantalla

Los menús de pantalla, son un elemento fundamental para las interfaces graficas. En ellos se agrupa la mayor parte de la funcionalidad que se puede realizar de la ventana. En *Android* son independientes de cada ventana y nos permiten introducir además de texto, iconos que mejoran la amigabilidad del sistema. Para no poner en peligro la usabilidad y la facilidad de la aplicación se tomo la decisión de no presentar al usuario más de tres opciones a la vez.

A continuación podemos ver la ilustración 16 que muestra un ejemplo del menú de la ventana de escenas del videojuego:



Ilustración 16: Menú de las escenas del videojuego del protocolo de incendios

Como se puede ver, el menú aparece flotando sobre la ventana en la parte inferior. El haber tomado la decisión de sólo mostrar tres opciones por menú, se debe a que se pretende que el tamaño de los botones del menú, sean lo suficientemente grande para que el usuario no tenga problemas a la hora de seleccionar una opción. De esta manera se pretende incrementar la comodidad del usuario. Esta decisión no habría podido ser implementada si no se dispusiera de un submenú de opciones.

A continuación se muestra en la ilustración 17 el submenú de opciones que nos aparece cuando pulsamos la opción de seleccionar fondo de escena en la ventana de la escena:

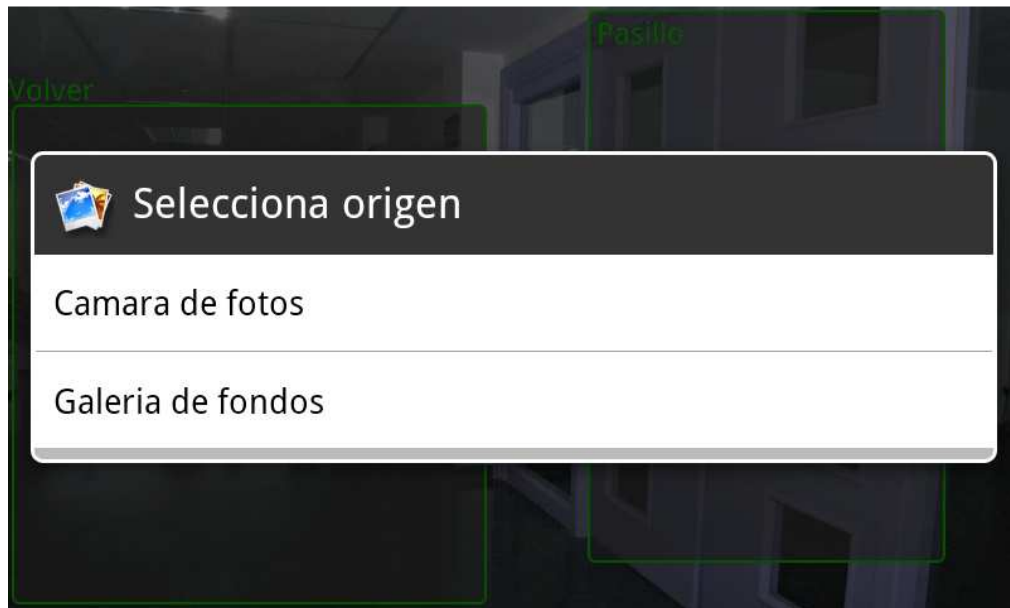


Ilustración 17: Submenú de opciones. Selección de origen del fondo de la escena

Como se puede observar el submenú de opciones aparece centrado y flotando sobre la ventana. Se oscurece todo lo que no es el submenú de opciones para focalizar la atención del usuario en las opciones que se le presentan. Sin embargo el usuario puede saber en todo momento a que escena va a asignarle el fondo nuevo, puesto que aunque se oscurece lo que no es el submenú, se deja entrever que es lo que hay detrás.

7.3.3. Menús contextuales

Los menús contextuales, son menús que se adaptan como su propio nombre dice al contexto. En función de donde se deseen visualizar se adaptarán y mostraran unas cosas u otras. Si se sabe utilizar bien pueden ser de gran utilidad para las aplicaciones. En *Android* la manera de visualizar un menú contextual es dejando pulsado el dedo o el botón durante unos segundos. De esta manera en función de donde dejemos pulsado el dedo o el botón el menú contextual se adaptará a ello. Por ese motivo los menús contextuales están diseñados para interactuar sobre los objetos de la ventana.

Para realizar una correcta implementación de los menús contextuales, necesitaremos indicar al usuario que el objeto está siendo pulsado. Para ello, basta con cambiar el color del objeto o el grosor de su borde.

A continuación mostraremos en la ilustración 18, un objeto donde se puede observar como la salida de escena seleccionada tiene un grosor superior y un color diferente, en nuestro caso, el color elegido para las selecciones de objetos es el azul.



Ilustración 18: Selección de objeto en una escena del videojuego

Como podemos ver, el objeto seleccionado es la salida de escena que nos lleva al pasillo. Si mantenemos pulsado el objeto durante unos segundos, veremos como el menú contextual de esa salida de escena se visualiza tal y como se muestra en la ilustración 19:

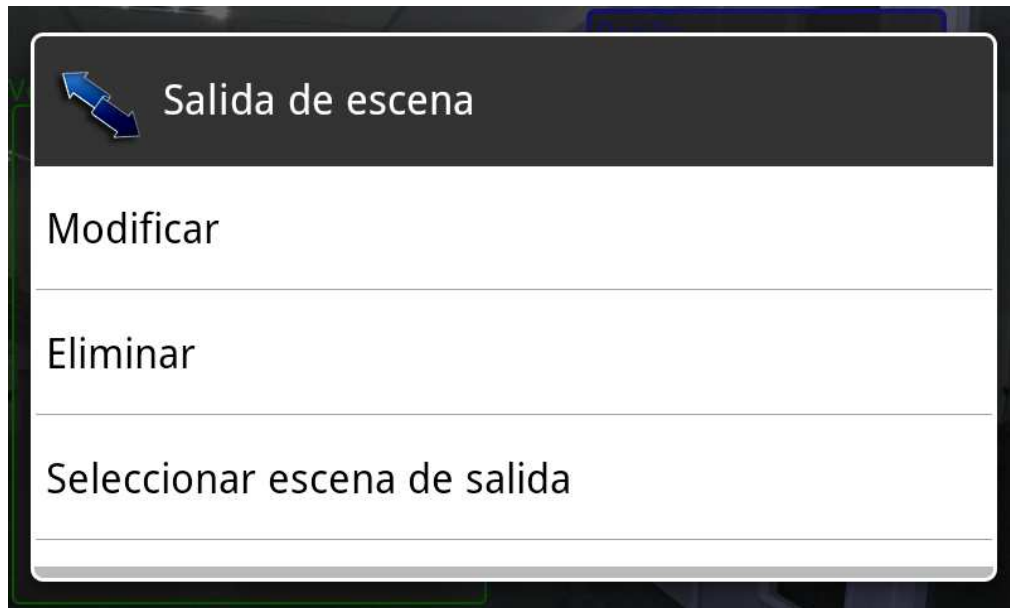


Ilustración 19: Menú contextual al pulsar la opción de salidas de escena

Como se puede ver, el menú contextual nos muestra las posibles acciones que podemos realizar sobre la salida de escena seleccionada.

A continuación se describen los elementos de anticipación al usuario que se han implementado en la aplicación.

7.3.4. Anticipación al usuario

Hoy en día no se piden aplicaciones que funcionen sin más. Como ya hemos visto la HCI se encarga de muchas más consideraciones que se deben de tener en cuenta a la hora de diseñar una aplicación. Una de ellas y muy importante si queremos hacer aplicaciones intuitivas y potentes es la inteligencia artificial. En nuestro caso, no se ha implementado ninguna técnica de la inteligencia artificial, pero si se ha realizado un estudio de los posibles errores que pueden cometer los usuarios de la aplicación y se han implementado acciones preventivas y correctivas de los mismos.

Casi todas las acciones se han implementado mediante la utilización de diálogos de pregunta que ofrece *Android*.

Por ejemplo, si el usuario sin querer se sale del videojuego que está creando sin antes guardarlo, el sistema detecta este hecho y le pregunta si desea guardar el videojuego antes de irse, tal y como muestra la ilustración 20:

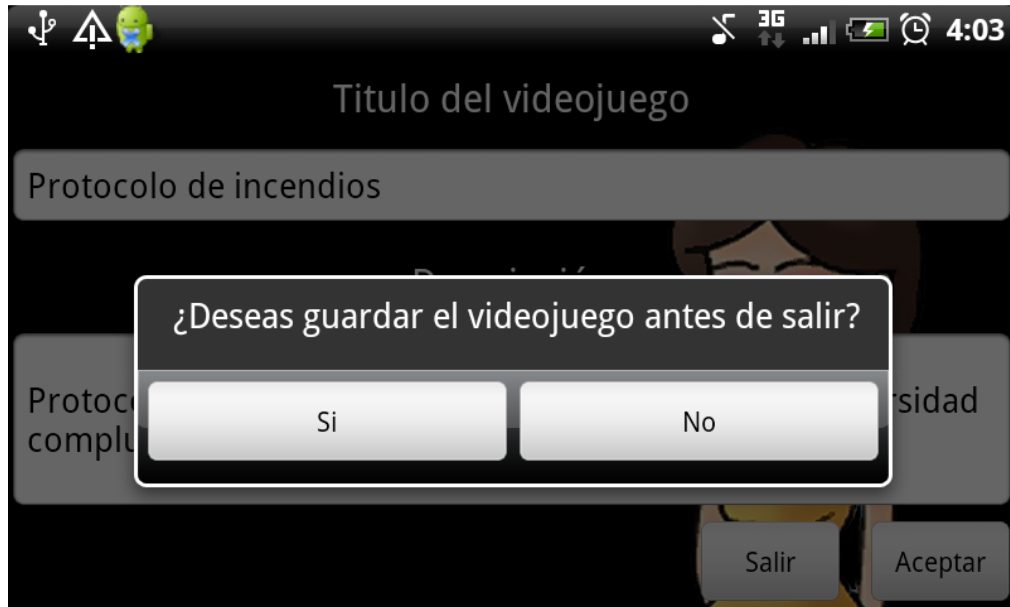


Ilustración 20: Anticipación de la opción de guardar videojuego antes de salir del juego

Además de las tareas preventivas, la aplicación guarda una copia de seguridad de todos los videojuegos que se hayan editado o creado nuevos, con el fin de poder aplicar tareas correctivas sobre lo que se ha hecho. Gracias a esta copia de seguridad, podemos hacer frente a fallos del sistema que no podemos controlar, como el consumo excesivo de memoria o que se acabe la batería de nuestro dispositivo sin antes haber guardado la aplicación.

Antes de implementar la aplicación se ha desarrollado un estudio sobre las tareas que suele realizar el usuario. Con esta información se ha podido desarrollar un sistema capaz de prever situaciones repetitivas del usuario y realizar el sistema esas acciones automáticamente. Por ejemplo, es muy normal que el usuario después de haber tomado una foto para asignársela como fondo de esa, decida recortar esa foto, porque haya zonas de la foto que no le interesen. En este caso el sistema después de haber tomado la foto automáticamente se adelanta a nuestra acción de seleccionar la opción de cortar fondo y nos pregunta que si queremos cortarlo, sin haberle dicho nada, tal y como podemos ver en la ilustración 21.

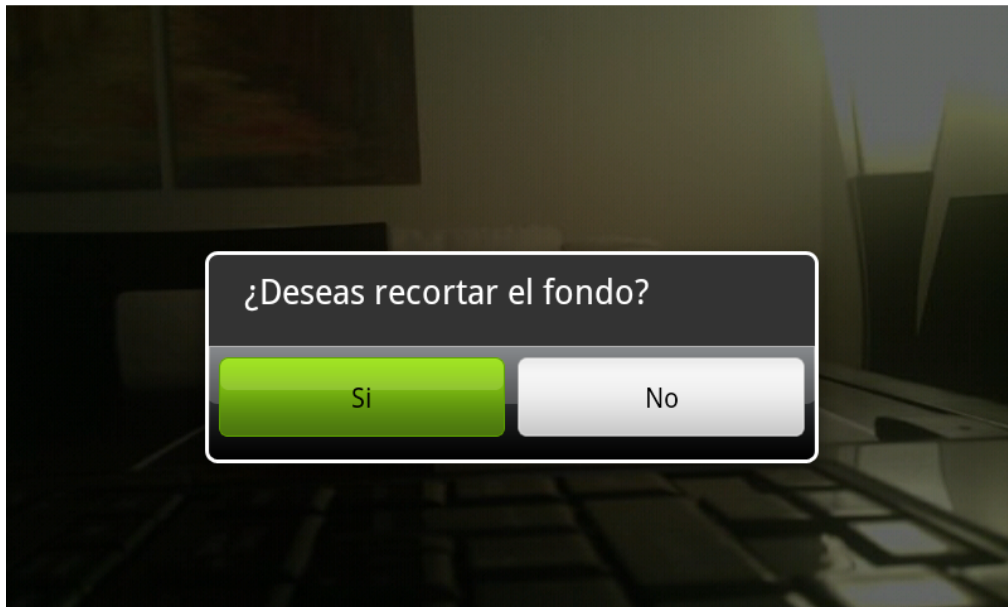


Ilustración 21: Anticipación de la acción de recortar el fondo después de haberlo seleccionado

Tenemos tener cuidado con este sistema de anticipación ya que debemos saber muy bien las acciones que van a ser interesantes que sean anticipadas o las que no lo son. Para ello, el mejor método para saberlo es mediante pruebas realizadas a usuarios. También se puede utilizar un sistema experto que vaya aprendiendo las acciones más utilizadas por el usuario, para así poder disponer de una aplicación adaptable a cada usuario. Sin embargo, siempre debemos de ofrecer la posibilidad al usuario de poder desactivar estas ayudas o de poder configurarlas.

A continuación veremos los aspectos relacionados con la amigabilidad del sistema.

7.3.5. Adaptación al entorno

Como hemos visto en el apartado de HCI, la adaptación al entorno es algo fundamental en las aplicaciones desarrolladas para los dispositivos móviles. En nuestro caso esa adaptación la hemos realizado a la hora de seleccionar un fondo para la escena mediante la cámara de fotos del teléfono móvil.

La adaptación consiste en medir el nivel de luminosidad del entorno, para así poder ajustar el brillo y el contraste de la imagen a capturar. Si en el momento de sacar la foto el móvil detecta que le falta luminosidad automáticamente hace uso del flash del dispositivo móvil.

A continuación se muestra en la ilustración 22 un ejemplo al sacar una foto en un entorno oscuro y sin haber activado las mediciones de luminosidad para la adaptación del entorno:

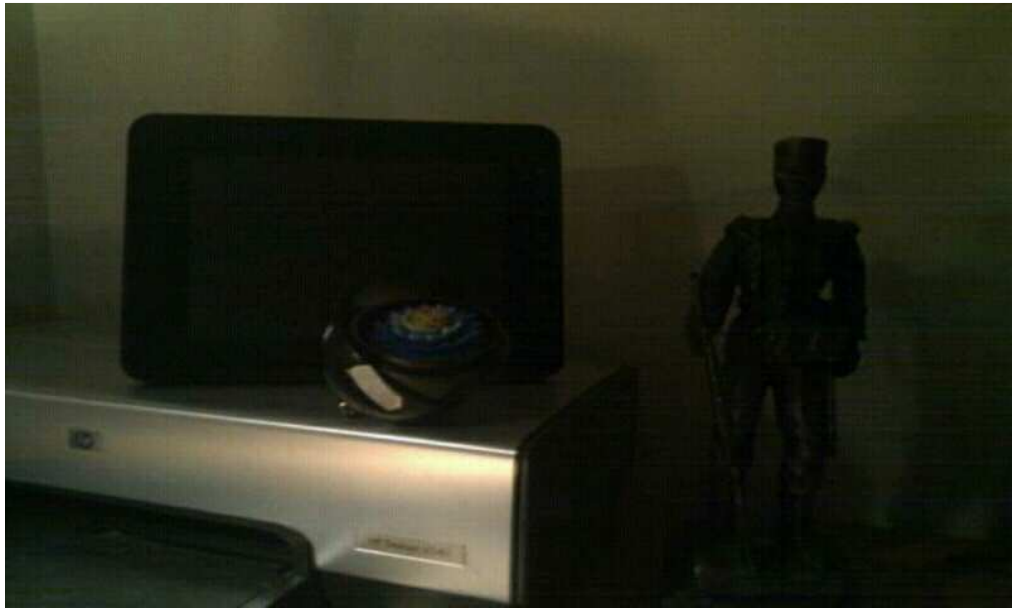


Ilustración 22: Cámara sin adaptación

Se activamos la adaptación automática esa misma imagen se vería como muestra la ilustración 23, gracias a que el teléfono ha activado el flash:



Ilustración 23: Cámara con adaptación

7.3.6. Rotación del dispositivo

El acelerómetro es uno de los últimos sensores integrados al teléfono y de los cuales no se ha explotado mucho su utilidad. Es utilizado sobretodo en los videojuegos como método de entrada para controlar el movimiento de los objetos.

En nuestro caso se utiliza para mostrar las ventanas de manera horizontal o vertical. Dado que no sabemos las preferencias de los usuarios para visualizar las aplicaciones, permitimos que sea el propio usuario quien decida como ver las ventanas de las aplicaciones. Existen ventanas que por motivos de utilización, no activamos el sensor del acelerómetro.

A continuación podemos ver la misma ventana mostrada de manera diferente en función de la inclinación del dispositivo móvil.

Si el móvil lo posicionamos horizontalmente, se verá como en la ilustración 24:

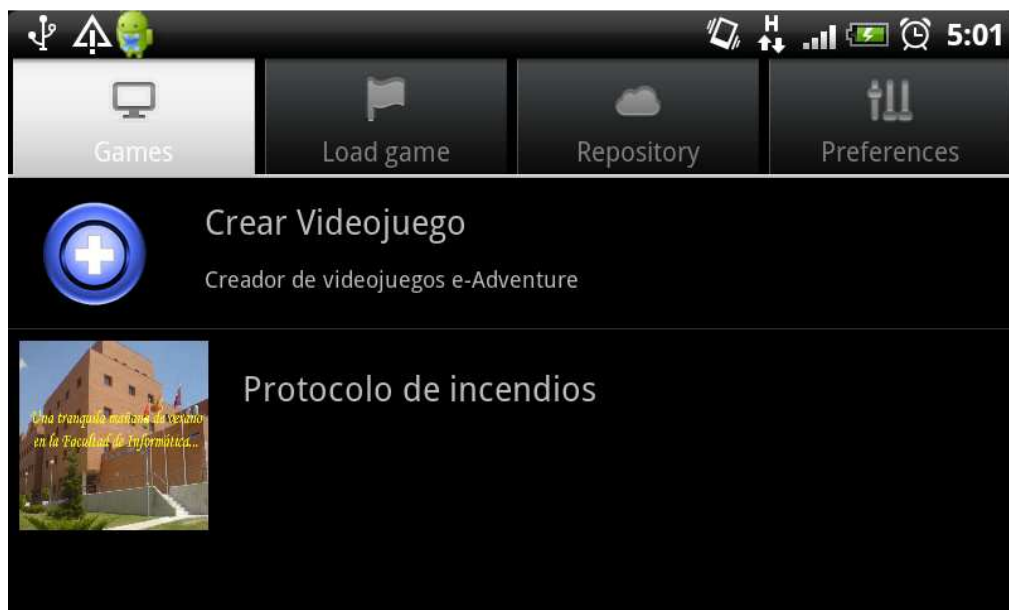


Ilustración 24: Inclinación horizontal del menú de videojuegos

Sin embargo, si el móvil lo posicionamos verticalmente, se verá como en la ilustración 25:

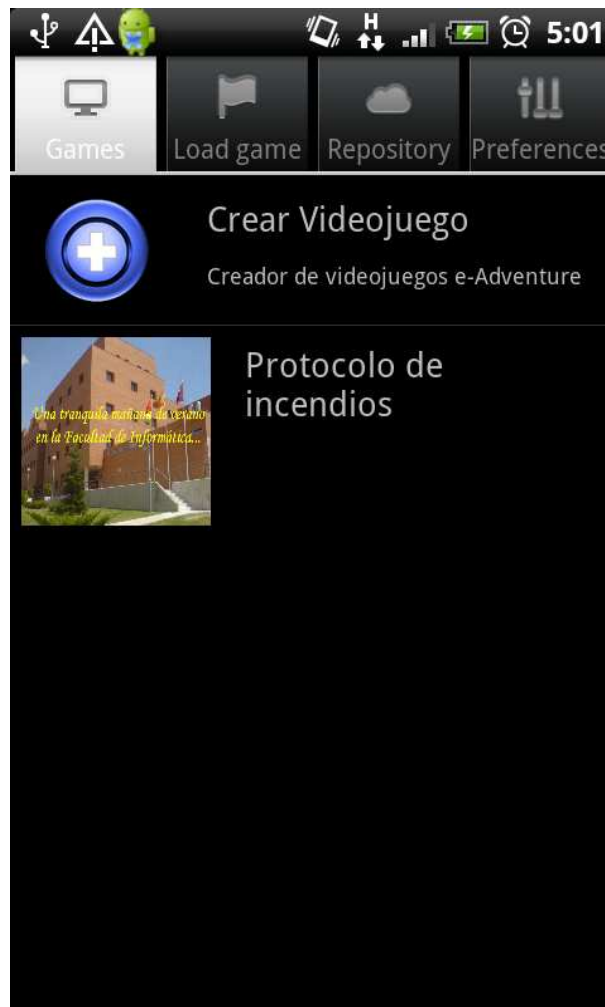


Ilustración 25: Inclínación vertical del menú de videojuegos

A continuación explicaremos el uso que hemos tenido que realizar con los hilos en la aplicación.

7.3.7. Hilos en la aplicación

El uso de hilos está destinado a realizar dos o más tareas al mismo tiempo. En nuestro caso las tareas que requerían un coste computacional alto, se han delegado a hilos. De esta manera el usuario puede nunca quedarse con la duda de si la aplicación estará haciendo algo o no.

Se han utilizado los hilos de dos maneras diferentes en la aplicación. Aquellas tareas costosas que se predecían que el usuario iba a realizar se comenzaban a realizar antes de que el usuario las demandase. De esta manera el usuario percibía la acción sin

ningún tiempo de espera. Por ejemplo, para que el usuario pueda seleccionar un fondo desde alguna imagen guardada en la galería de fotos de su teléfono, la aplicación previamente tiene que buscar cada una de las imágenes que tiene el dispositivo móvil. Dado que esa es una tarea muy costosa, justo al principio de la ejecución de la aplicación se ejecuta el hilo encargado de buscar todas las imágenes del teléfono, para que así cuando el usuario quisiera seleccionar un fondo no tuviera que esperar nada, pues la aplicación ya habría buscado las imágenes previamente.

La ventana de selección de fondos de la galería del teléfono es como muestra la ilustración 26:



Ilustración 26: Hilos sin espera

La ventana anterior tiene aproximadamente unas 200 imágenes, que son las que tiene el dispositivo móvil, sin embargo el usuario al querer seleccionar una de las imágenes, no se tiene que esperar nada para ver la ventana anterior.

Sin embargo no siempre se pueden anticipar las tareas puesto que no se sabe que es lo que va a hacer el usuario. Por ello, no queda más remedio que mostrar al usuario un diálogo de progreso. *Android* tiene dos tipo de diálogo de progreso, uno determinado y otro indeterminado.

En la ilustración 27 se muestra un ejemplo de diálogo de progreso indeterminado.

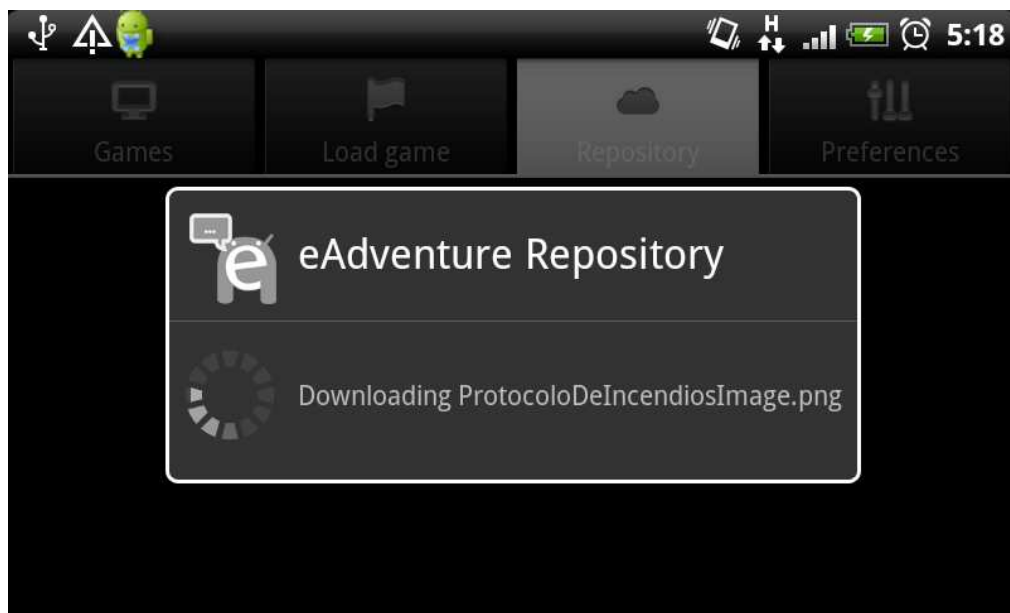


Ilustración 27: Diálogo de progreso indeterminado

En la ilustración 28 se puede ver un diálogo de progreso determinado:

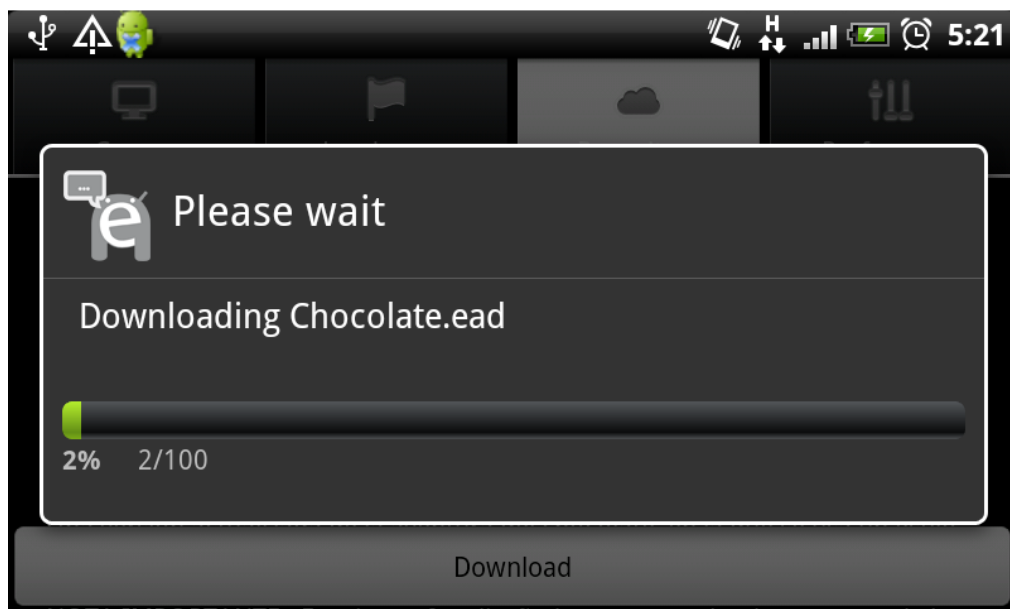


Ilustración 28: Diálogo de progreso determinado

A continuación veremos los métodos de entrada implementados para el editor.

7.3.8. Métodos de entrada

La aplicación está diseñada para ser utilizada desde un dispositivo con pantalla táctil. Sin embargo, no por ser una aplicación táctil, se tienen que olvidar otros métodos de entrada como pueden ofrecer las posibles teclas físicas que puede tener el teléfono.

En los dispositivos con plataforma *Android* son habituales pero no obligatorias las siguientes teclas físicas:

- “Menú”: Está es la tecla encargada de mostrar el menú de pantalla. Tal y como vimos en el apartado anterior, estos menús son independientes de cada ventana. Por este motivo, es posible que alguna ventana no disponga de menú.
- “Retroceso”: Tecla utilizada para volver a la ventana anterior. Para acelerar las acciones del usuario y no entorpecer sus acciones con preguntas. Se ha determinado que al mismo tiempo que volvemos a la ventana anterior, guardamos las acciones realizadas en la ventana en la que hemos pulsado la tecla de “Retroceso”. Existen excepciones en las que el sistema tiene que resolver una ambigüedad de las acciones del usuario.
- “Selección”: Utilizada para seleccionar opciones, objetos, etc. Si dejamos pulsada esta tecla cuando estamos posicionados sobre un objeto, se lanzará el menú contextual del objeto. Además esta tecla se utiliza en el sistema para tomar las fotos con la cámara del teléfono.

Además de las anteriores teclas, pueden existir, dependiendo del modelo del terminal, elementos de entrada innovadores como las bolas de navegación ópticas o analógicas. Estas bolas actúan sobre la interfaz como si se estuviera utilizando las teclas de navegación tradicionales (arriba, abajo, izquierda, derecha), con la característica de ser más efectivas a la hora de realizar movimientos o selecciones de elementos de la pantalla.

A continuación se muestra un ejemplo de bola óptica, que ha sido diseñada para el teléfono HTC Desire, tal y como muestra la ilustración 29:



Ilustración 29: Bola de navegación óptica

Un ejemplo de bola analógica, lo podemos ver en el teléfono Nexus One de Google, tal y como muestra la ilustración 30:



Ilustración 30: Bola de navegación analógica

7.3.9. Gestión de recursos

La correcta gestión de recursos en las aplicaciones destinadas a dispositivos con poca memoria o poca capacidad de cómputo, es crucial a la hora de diseñar. En nuestro caso la aplicación realiza tareas muy complejas y necesita de una gran cantidad de memoria para almacenar todas las imágenes con las que trabaja. Como se

ha visto en el punto de “Hilos en la aplicación”, es capaz de trabajar con más de 200 imágenes a la vez.

En *Android* tiene una limitación muy importante de la cantidad de memoria RAM que pueden utilizar las aplicaciones. El límite de utilización de memoria está en 16 megas. Esta limitación ha sido muy criticada por los desarrolladores de *Android*, sin embargo, Google quiere mantener su política de simplicidad y rapidez que caracterizan su sistema operativo.

Esta limitación de memoria impuesta por Google en su sistema operativo, no quiere decir que no vamos a poder crear aplicaciones complejas, con interfaces impactante ya que lo único que pretende conseguir Google es que los desarrolladores de aplicaciones hagan una gestión eficiente de los recursos del sistema.

Para la creación del editor de <e-Adventure> para *Android*, se tenían muchísimos problemas con la gestión de recursos, ya que en unas primeras versiones la aplicación no soportaba la creación de videojuegos que utilizasen más de tres escenas. Además era imposible intentar recuperar alguna imagen de la galería de fotos del dispositivo pues se agotaba rápidamente la memoria y la aplicación se cerraba de forma inesperada.

Debido a estos problemas se ha tenido que investigar mucho, sobre la gestión de la memoria y el tratamiento de imágenes en *Android*. Al final se consiguieron solucionar los problemas mediante la compresión de las imágenes a formato JPG y PNG, además de su correspondiente redimensionado, para aquellas imágenes que eran demasiado grandes. Aún así esto no era suficiente, pues aunque las imágenes de las escenas tuvieran una referencia al la tarjeta de memoria del móvil, nada más se conseguía aumentar el número de escenas por videojuego a 15. Además el tiempo de reacción de las acciones del usuario era demasiado lento y se producían efectos de parpadeo en los movimientos. Debido a esto se tuvo que realizar un estudio profundo de la aplicación, monitoreando, en que lugares se quedaba ocupada la memoria y el recolector de basura de Java era incapaz de liberar esa memoria.

Al final y gracias al estudio profundo, por el que se consiguió realizar una correcta gestión de los recursos, la aplicación en su versión final es capaz de manejar más de 200 fotografías con más de 100 escenas por videojuego. Las pruebas llegaron a ese límite y se pararon pues aun con esas cifras, la aplicación funcionaba sin problemas y ni siquiera daba sensación de lentitud en las acciones solicitadas por el usuario.

7.3.10. Integración de la aplicación

Una vez finalizado el desarrollo y las pruebas del editor para *Android* de la plataforma de videojuegos <e-Adventure>, se decidió incorporar su funcionalidad a la aplicación que se dedica a la ejecución y administración de videojuegos.

De esta manera se consigue un producto sólido, en donde se le ofrece al usuario además de la posibilidad de jugar con los videojuegos de la plataforma <e-Adventure>, la posibilidad de editar esos videojuegos o crear nuevos videojuegos.

En la ilustración 31 podemos observar los videojuegos de los que disponemos además de ofrecerla la posibilidad de crear un nuevo videojuego.

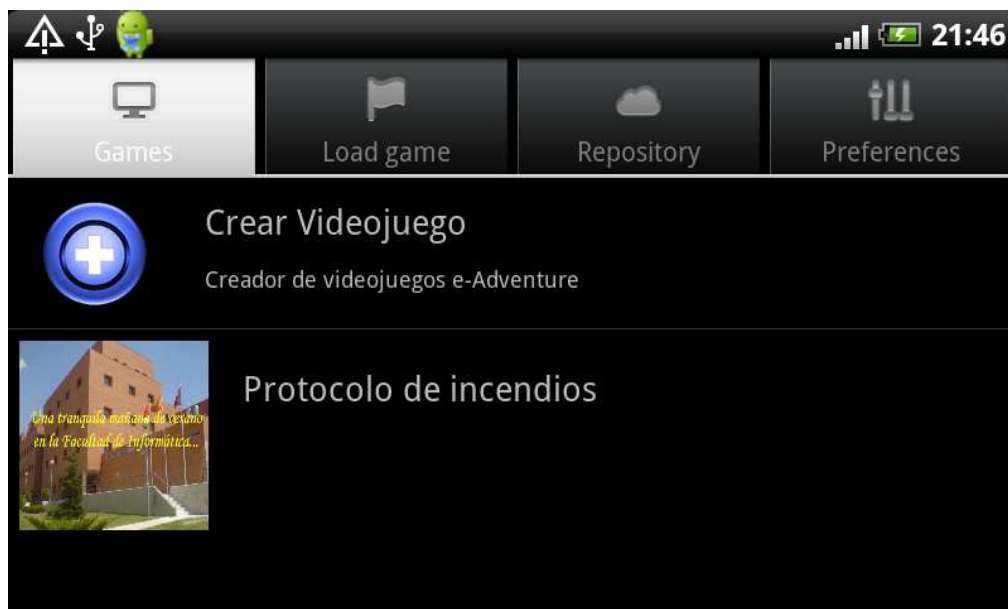


Ilustración 31: Menú de videojuegos

Gracias a que ambos productos (editor y motor de videojuegos) están integrados en uno sólo, se pueden ofrecer la posibilidad de ejecutar videojuegos, aunque no se haya finalizado la construcción del mismo. Desde esta manera, el creador del videojuego podrá ver cómo está quedando el videojuego, al mismo tiempo que lo está creando. Esta característica permite al usuario corregir posibles errores en la creación de videojuegos.

7.3.11. Pruebas informales de usuario

Después de haber desarrollado la aplicación son muy importantes las pruebas que se realizan a nivel usuario para corregir posibles fallos de la aplicación. En nuestro caso estas pruebas informales de usuario se han realizado con usuarios de diferentes edades y con diferentes niveles de conocimientos tecnológico.

En nuestro caso uno de los mayores errores que no se pudo detectar hasta que los usuarios finales probaron la aplicación, fue el control sobre el redimensionamiento y posicionamiento de las salidas de escena.

A continuación mostramos la ilustración 32, que muestra la ventana en la que se encontró el error y donde no era nada amigable la interacción:

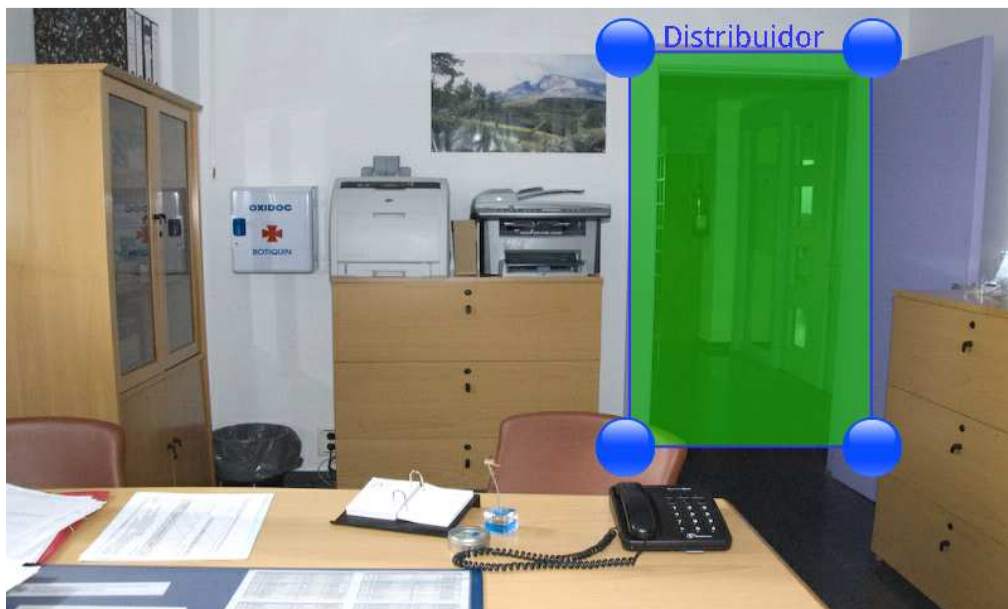


Ilustración 32: Pruebas de usuario con las salidas de escena

En una versión inicial a las pruebas, se consideraba que para que el usuario pudiera agrandar la salida de escena mediante alguna de las esquinas tenía que pulsar justo en la bola de la esquina. Si no se pulsaba en la bola de la esquina la salida de escena se centraba justo en el punto pulsado.

De estas pruebas se vio que el usuario tenía muchos problemas para poder dimensionar la imagen, ya que no pulsaba justamente en la bola de la esquina, lo que provocaba que la imagen se posicionase en un sitio no deseado para el usuario.

La solución se fijó ampliando el margen de error a la hora de seleccionar la bola de la esquina.

7.4. Conclusiones

Como se ha detallado en el punto anterior la plataforma escogida para adaptar el editor de <e-Adventure> es *Android*. Aunque el lenguaje de programación utilizado para desarrollar el editor de <e-Adventure> original es Java, no se ha podido reutilizar el código, pues el contexto para el que había sido desarrollado es diferente.

Por ese motivo, se ha tenido que realizar una extensa labor en realiza el editor de <e-Adventure> desde cero. Además dado la importante limitación que mantiene *Android* con las aplicaciones, se ha invertido mucho esfuerzo en conseguir desarrollar una herramienta estable capaz de soportar una gran cantidad de información.

El desarrollo del editor ha superado las expectativas iniciales, ya que se han implementado funcionalidades adicionales del editor original, que hacen que se pueda desarrollar un videojuego final sin necesidad de terminar el videojuego en el editor original. En un principio sólo se había considerado como objetivo el crear el mundo del videojuego, el resto de funcionalidades implementadas no se habían estimado.

El tiempo medio de creación de contenidos educativos mediante esta herramienta se ha reducido considerablemente, pues mediante ella, se puede ir obteniendo los recursos multimedia, al mismo tiempo que se crea la estructura y el flujo de las escenas. El editor es capaz de ejecutar videojuegos incompletos, de esta manera podemos adelantarnos a los posibles fallos que cometemos en la creación del videojuego.

A continuación se presentan las conclusiones finales del trabajo, así como las futuras líneas de investigación que se abren mediante esta tesis.

8. – CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo se recapitulan las conclusiones de la tesis, así como las posibles líneas de trabajo futuro.

8. Conclusiones y trabajo futuro

8.1. Conclusiones

Debido a la proliferación de los dispositivos móviles en nuestra sociedad, numerosos estudios investigan las tendencias y los nuevos usos que pueden ofrecer estos terminales. Existe un número importante de estudios que investigan el uso de los dispositivos móviles para utilizarlos como una herramienta en la educación.

Sin embargo, utilizar los dispositivos móviles sin un contenido educativo que sea aceptado por la sociedad limita mucho el campo de actuación de estos. Por ello, en este trabajo se apuesta por el uso de videojuegos educativos, que utilicen los dispositivos móviles para dar una opción diferente de aprendizaje. Se pretende que esta nueva forma de aprender sea dinámica, divertida, se pueda realizar en cualquier lugar y en cualquier momento. Todas estas características que nos otorgan los videojuegos educativos en los dispositivos móviles, hacen que estos adquieran ese carácter motivacional que por sí solos no tienen.

El principal uso que tienen hoy en día los dispositivos móviles, es utilizarlos para consumir información. La adaptación de las capacidades de los equipos de sobremesa a los terminales móviles no es trivial, debido al carácter de movilidad que tienen estos terminales. Además sus dimensiones son muy inferiores y por ello existen numerosos estudios dedicados a la adaptabilidad de los contenidos para los dispositivos móviles. Esta adaptación no consiste únicamente en reducir el tamaño de las imágenes y del texto. Existen numerosas características de la interacción entre el usuario y el dispositivo (HCI) que tienen que estar presentes para poder hacer una buena adaptación.

La tendencia que tienen actualmente los dispositivos móviles, es buscar la manera de integrar la funcionalidad de otros dispositivos en él. Esto otorga al dispositivo móvil la posibilidad de ofrecer otras muchas funcionalidades como la de reproducir audio y video, realizar fotografías, o conectarse a internet además de poder realizar llamadas. Para ello, el número de sensores en los terminales móviles ha aumentado considerablemente. Hoy en día podemos encontrar sensores de luminosidad, de ruido ambiental, de inclinación, de posicionamiento terrestre, de acelerómetro, de brújula digital, etc. Todo esto ayuda a que la interacción entre la persona y el dispositivo móvil sea más eficaz y adaptable a las penalidades contextuales.

Aún con todas estas funcionalidades, la utilización de los dispositivos móviles como herramientas para crear contenido, es algo para lo que aún no están concebidos.

Con este trabajo de desarrollo realizado, se pretende cambiar esa visión y ofrecer un nuevo punto de vista en donde los dispositivos móviles no sólo pueden ser utilizados para la creación de contenidos, sino que también se mejora ese proceso de creación y nos ofrecen la posibilidad de dotar de información extra a los contenidos creados.

8.2. Posibilidades abiertas y trabajos futuros

Como se ha indicado anteriormente, la herramienta desarrollada junto con este estado del arte no pretende ser una herramienta completa sino un estudio de la viabilidad para utilizar los dispositivos móviles como creadores de contenido. Sirve como una primera base sobre la que construir futuras aplicaciones educativas que aprovechen todas las posibilidades que ofrecen las tecnologías existentes para estos dispositivos. Esto pasa por dotar a la plataforma desarrollada de la mayor parte posible de la funcionalidad existente en la versión actual de <e-Adventure>, como son la creación objetos, conversaciones o escenas con sonido y video. Las limitaciones de las características técnicas propias del dispositivo serán las que ocasionen que una característica sea o no incluida. Entre otras, parte de las limitaciones para esta ampliación de funcionalidad provienen principalmente de la capacidad del procesador y el tamaño de la pantalla.

Algunas de las adaptaciones necesarias para el editor de <e-Adventure> en un dispositivo móvil deben ser realizadas en tiempo de diseño y, por tanto, antes de generar la aplicación final. Este tipo de adaptaciones provoca la necesidad de modificación del motor de <e-Adventure> para realizar algunas de las adaptaciones necesarias.

Una segunda dirección en los trabajos adicionales, que puede dar a la herramienta un valor añadido importante es la posibilidad de creación de videojuegos inmersivos por posicionamiento a través de los diferentes sistemas integrados en los dispositivos móviles como conexión Bluetooth o receptores GPS. Este planteamiento sólo es posible gracias a la utilización de dispositivos móviles con sistemas de detección de posición y por lo tanto imposible en el mundo “no móvil”, lo que hace este campo de especial interés.

Un último campo de trabajo se centrara en la generación de aplicaciones adaptativas al usuario, o más concretamente, a las necesidades de usuarios con diversidad funcional. La concienciación de la sociedad sobre los problemas de accesibilidad que sufren algunos usuarios ha propiciado que se esté destinando un mayor esfuerzo al estudio de tecnologías que ayuden a la adaptación de los contenidos a todo tipo de usuarios.

9. – REFERENCIAS

Recopilación de las referencias de los artículos utilizados en la investigación del proyecto de fin de master.

9. Referencias

- Booth, P. (1989). *An Introduction to Human-Computer Interaction*. Hove and London: Lawrence Erlbaum.
- Bouhnik, D. and T. Marcus (2006). "Interaction in distance-learning courses." *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 57(3): 299-305.
- Bryan, A. (2004). Going nomadic: Mobile learning in higher education. *EDUCAUSE*, 39(5): 28-35.
- Casey, J. & Ramsammy, R. (1992): "MacMentoring: Using technology and counseling with at-risk youth." ERIC Document Reproduction Service. No, ED 344 179.
- Castillo Vidal, J. "Trabajo colaborativo en comunidades virtuales". En: *El profesional de la información*, 1999, noviembre, v. 8, n. 11, pp. 40-47.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *"Flow and the Psychology of Discovery and Invention."* HarperPerennial, New York.
- Del Blanco, A., Torrente, J., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2009). A General Architecture for the Integration of Educational Videogames in Standards-compliant Virtual Learning Environments. Paper presented at the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2009).
- Dunlop, M. and S. Brewster (2002). "The challenge of mobile devices for human computer interaction." *Personal and Ubiquitous Computing* 6(4): 235-236.
- Egli, E., & Meyers, L. (1984). The role of video game playing in adolescent life: is there reason to be concerned?. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22(4): 309–312.
- Estallo, J.A. (1994): "Videojuegos, personalidad y conducta". *Psicothema*. 6(2) 181-190, 16 REF
- Estallo, J.A. (1995): *Los videojuegos: juicios y prejuicios*. Planeta. Barcelona.
- Etxeberria, F. (2001). "Videojuegos y educación." Universidad del País Vasco
- Geddes, S. J. (2004). Mobile learning in the 21st century: benefit for learners. *The Knowledge Tree e-journal*, 6. Available from (September, 2010):
www.flexiblelearning.net.au/knowledgetree/edition06/download/geddes.pdf.

- Georgieva, E., Georgiev, T., (2007) Methodology for mobile devices characteristics recognition 2007 international conference on Computer systems and technologies. "Educational aspects of computer systems and Technologies". Article No. 71
- Gifford, B.R. (1991): "The learning society: Serious play". Chronicle of Higher Education, p. 7
- Gimenez López, J., T. Magal Royo, et al. (2009). "Methods of adapting digital content for the learning process via mobile devices." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 1(1): 2673-2677.
- Grossman, D. (2000). Teaching kids to kill. Phi Kappa Phi, "National Forum". Disponible en http://www.killology.org/article_teachingkid.htm, accedido en junio de 2008.
- Hinckley, K., Pierce, J., Sinclair, M. and Horvitz, E. (2000) Sensing techniques for mobile interaction. *Proceedings of UIST 2000*. New York: ACM Press, pp. 91-100.
- Houser, C., & Thornton, P. (2004). Japanese college students' typing speed on mobile phones. *Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, 24-25.
- James, W. (1890). The principles of psychology (Chapter 4): Habit. Available from (September 2010): <http://psychclassics.yorku.ca/James/Principles/prin4.htm>
- Lavín-Mera, P., P. Moreno-Ger, et al. (2008) Development of educational videogames in m-Learning contexts.
- Leung, C., & Chan, Y. (2003). Mobile Learning: A New Paradigm in Electronic Learning. Paper presented at the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Lind, J., J. Persson, et al. (2006). "Reduced functional brain activity response in cognitively intact apolipoprotein E {varepsilon} 4 carriers." *Brain* 129(5): 1240.
- Marcos, M. (2001). "HCI (human computer interaction): concepto y desarrollo." *El profesional de la información* 10(6): 4-16.
- Maunder, A., G. Marsden, et al. (2007). Creating and sharing multi-media packages using large situated public displays and mobile phones, ACM.
- Meléndez, T. (2006). "Estimulación y relax mental a través del uso de videopasatiempos de última generación: Nintendo Ds® y The Touch Generations®." *Icono* 14(8): 6.

- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Boston: Thomson.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Chapter 5. Morgan-Kaufmann.
- Moreno-Ger, P. (2007). *A Documental Approach for the Creation and Integration of Digital Games in Virtual Learning Environments*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). Educational Game Design for Online Education. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2530-2540.
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., & Torrente, J. (2009). Digital games in e-Learning environments: current uses and emerging trends. *Simulation & Gaming*, 40(5), 669-687.
- Moreno-Ger, P., Burgos, P., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2007). A Game-based Adaptive Unit of Learning with IMS Learning Design and <e-Adventure> Lecture Notes in Computer Science, 4753, 247 - 261.
- Moreno-Ger, P., Fernández, R. F., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2009). Model-checking for Adventure Videogames. *Information and Software Technology*, 51(3), 564-580.
- Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2005, 14-16 December 2005). The <e-Game> project: Facilitating the Development of Educational Adventure Games. Paper presented at the Cognition and Exploratory Learning in the Digital age (CELDA 2005), Porto, Portugal.
- Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). A Content-Centric Development Process Model. *IEEE Computer*, 41(3), 24-30.
- Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2007). A Documental Approach to Adventure Game Development. *Science of Computer Programming*, 67(1), 3-31.
- Moreno-Ger, P., Torrente, J., Bustamante, J., Fernández-Galaz, C., Manjón, B. F., & Comas-Rengifo, M. D. (2010). Application of a low-cost webbased simulation to improve students' practical skills in medical education. *Int. J. Med. Inform.*, 79, 459-467.
- Pope, T. Allan y Palsson, S. Olafur. (2003) "Helping video games, rewire our minds." En Nasa Scientific and Technical Information NRSI Database.

- Prensky, M. (2001). *Digital Game Based Learning*. McGraw-Hill, New York.
- Provenzo, E. (2001). *Children and hypereality: The loss of the real in contemporary childhood and adolescence*. Paper presentado en la conferencia en el Cultural Policy Center de la Universidad de Chicago. Disponible en <http://culturalpolicy.uchicago.edu/conf2001/papers/provenzo.html>, accedido en junio de 2008.
- Roto, V. and A. Oulasvirta (2005). *Need for non-visual feedback with long response times in mobile HCI*, ACM.
- Rovai, A. P. (2002). *Building sense of community at a distance*. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. Available from (December, 2002) <http://www.irrodl.org/content/v3.1/rovai.html>
- Sádaba, C. and N. Durán (2008). "Una aproximación a la virtualidad educativa de los videojuegos."
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). *Video games and the future of learning*. *Phi Delta Kappan*, 87 (2), 105-111
- Shepherds, C. (2001). *M for maybe*. Fastrak Consulting Ltd. Report. Available from (September 2010):
<http://www.fastrak-consulting.co.uk/tactix/features/mlearning.htm>
- Sherry, L. John (2004). "Flow and media enjoyment". En *Communication Theory* nº 44: 328-347
- Shudong, W. and M. Higgins (2005). "Limitations of mobile phone learning". Hiroshima Shudo University, Japan.
- Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B., & Sierra, J. L. (2008). *Instructor-oriented Authoring Tools for Educational Videogames*. Paper presented at the 8th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008), Santander, Spain.
- Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B. & del Blanco, A. (2009). *Game-like Simulations for Online Adaptive Learning: A Case Study*. Paper presented at the Edutainment 2009: The 4th International Conference on E-Learning and Games.
- Van Eck, R. (2006). *Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless*. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16-30.